صندوق داروين الأسود

تحدي الكيمياء الحيوية لنظرية التطور

تأليف

د. مايكل بيهي

ترجمة

د. مؤمن الحسن - د. أسامة إبراهيم – د. زيد الهبري

وآخرون

مراجعة وتقديم

أحمد يحيى - عبدالله الشهري



Darwin's Black Box	صندوق داروين الأسود
The Biochemical Challenge To Evolution	تحدي الكيمياء الحيوية لنظرية التطور
Michael J. Behe	د. مايكل بيهي

ترجمة:
د. مؤمن الحسن - د. أسامة إبراهيم - د. زيد الهبري وآخرون

مراجعة وتقديم:
أحمد يحيى - عبد الله بن سعيد الشهري

الطبعة الأولى: ديسمبر ٢٠١٤
رقم الإيداع: ٢٥٦٢٥ / ٢٠١٤
الترقيم الدولي: ٧-١-٨٥١٦٥-٩٧٧-٩٧٨

الآراء الواردة في هذا الكتاب لا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر (دار الكاتب) أو (مركز براهين) وإنما عن وجهة نظر المؤلف.

دار الكاتب للنشر والتوزيع - الإسماعيلية - مصر
٠١٢٧١٠٣١٢١٨(٠٠٢) - ٠١٠١٥٥٧٧٤٦٠(٠٠٢)

صندوق داروين الأسود



«مركز براهين» لدراسة الإلحاد ومعالجة النوازل العقدية هو مركز بحثي مستقل، يعمل بشكل رسمي من خلال موقعه على شبكة الإنترنت ويُعنى فقط بالعمل في المجال البحثي الأكاديمي لتوفير إصدارات متعددة (كتابية - مرئية - سمعية) على درجة عالية من الدقة والموضوعية والتوثيق يسعى من خلالها لتحقيق رسالته.

• رؤية المركز: عـــالم بـــلا إلـحـاد.

• رسالة المركز: المساهمة النوعية في تفكيك الخـطـاب الإلــحـــادي ونقد مضـامينه العلميـة والفلسفية وأبعاده التاريخية والأخلاقية والنفسية والاجتماعية وبناء التصورات الصحيحة عن الدين والإنسان والحياة ومعالجة النوازل العقدية انطلاقاً من أصول الشريعة ومحكمات النصوص كل ذلك بلغة علمية رصينة وأسلوب تربوي هادف.

المشرف العام: أ. عبد الله بن سعيد الشهري

مدير المركز: م. أحمد حسن

اللجنة العلمية: د. هيثم طلعت – أحمد يحيى – مصطفى قديح

الإدارة التنفيذية: تتولى إدارة (دار الكاتب للنشر والتوزيع) مهام الإدارة التنفيذية للمركز.

مستشار الشؤون القانونية: أ. محمود بسيوني عبد الله

الموقع الرسمي: www.braheen.com

للتواصل والاستفسارات: info@braheen.com

فيسبوك: fb.braheen.com

تويتر: t.braheen.com

يوتيوب: y.braheen.com

تمهيد

لا يسعنا في مستهل التعريف بالكتاب الذي بين أيديكم أن نتجاوز التعريف بمؤلفه (مايكل بيهي) أستاذ العلوم البيولوجية بجامعة ليهاي في بنسلفانيا، والحاصل على الدكتوراه في تخصص الكيمياء الحيوية عام ١٩٧٨م من نفس الجامعة.

بالإضافة إلى نشره ما يناهز الأربعين مقالة في مجلات علمية محكمة متخصصة فى مجال الكيمياء الحيوية، حرر بيهي مجموعة من المقالات الرئيسية Editorial Features لبعض الدوريات مثل: Boston Review, American Spectator, New York Times.

ظهرت الطبعة الأولى من كتاب (صندوق داروين الأسود) عام ١٩٩٦م، حيث أثار جدلًا واسعًا في الأواسط العلمية في ذلك الوقت؛ وذلك لما طرحه من إشكاليات حول قدرة الداروينية الحديثة على تفسير كيفية نشوء النظم البيولوجية في أبسط صورها علي صعيد المستوى البيوكيمائي الجزيئي في الحياة المجهرية الدقيقة بالطرائق الطبيعية.

كما ساهم الكتاب في إعادة صياغة حجة التصميم في النظم الحيوية على مستوى الكيمياء الحيوية والبيولوجيا الدقيقة، من خلال طرحه لفكرة التعقيد الذي لا يمكن اختزاله Irreducible Complexity، والتي يستلزم وجودها تدخلا ذكيّا.

قُيِّمَ كتاب (صندوق داروين) من قبل مجلتي (National Review) و (World Magazine) كواحد من أهم مائة كتاب في القرن العشرين، ويصف ديفيد بيرلنسكي مؤلف كتاب (A Tour Of The Calculus) كتاب بيهي بأنه "عمل غير مسبوق"، ويعده "ضربة ساحقة ضد داروين علي مستوى الكيمياء الحيوية بالتأصيل والرشاقة وقوة الثقافة".

يرمي بيهي من خلال عنوان كتابه (الصندوق الأسود) إلى الاصطلاح الذي درج استعماله في وصف النظام أو الآلة التي يجهل كيفية عملها، وقد مثلت الخلية لدارون ومعاصريه صندوقًا أسودًا بالفعل، فالخلية التي كانت تبدو آنذاك تحت المجهر ككرة هلامية ذات بقعة مظلمة تمثل النواة، تعرف الآن كنظام معقد للغاية، إنها مدينة كاملة من الآلات الجزيئية المتعاضدة المتكاملة التي يحسدها عليها علماء التقانات النانوية، فمع اهتزازها أو التفافها أو زحفها المتواصل في أرجاء الخلية، تقطع هذه الآلات، وتلصق وتنسخ جزيئات جينية، وتقوم بنقل

المغذّيات من مكان إلى آخر، أو تحولها إلى طاقة، وتبني أو تصلح الأغشية الخلوية، وتنقل الرسائل الميكانيكية والكيميائية والكهربائية، وكل جزيء له وظيفته التي يختص بها ويقوم بها بكفاءة وتعقيد معجز.

وهذا التعقيد يتحدى اختبار داروين الذي وضعه بنفسه حين قال في كتابه (أصل الأنواع): "إذا كان من الممكن إثبات وجود أي عضو معقد لا يُرجَّح أنه قد تشكل عن طريق العديد من التعديلات المتعاقبة والطفيفة، فسوف تنهار نظريتي تماما".[١]

وكما يقول بيهي فإن هذا الاختبار الذي وضعه دارون كان أساس فكرته فى هذا الكتاب. واستجابة لذلك، يستعرض تلك النظم غير القابلة للاختزال Irreducible Complexity على حد وصفه، والتي تقوم علي مبدأ التعاضد التام بين مكوناتها المختلفة؛ حيث تعمل معًا لإنجاز العمل المنوط بذلك النظام.

فلو قمنا بإزالة أحد هذه المكونات سوف يتوقف النظام عن العمل، وهو ما يمثل تحديا أساسيًّا للعمليات الداروينية التي تفترض أن هذه النظم الحيوية تمر أثناء رحلة تطورها عبر سلسلة من المراحل الوسيطة الطفيفة والمتتالية، يقوم خلالها الانتقاء الطبيعي بصياغة تكيفها تدريجيّا؛ بالحفاظ على تغيرات المرحلة المفيدة والوظيفية، وتدمير ما هو غير صالح أو أقل تكيّفا. وهنا تكمن المعضلة المحورية؛ فهذه الأعضاء لا تستطيع أن تقوم بوظيفتها إلا بوجودها مكتملة، والكيانات الوسيطة المتتالية التي من المفترض أن يمر بها العضو أثناء رحلة تطوره ليس لها أي معنى وظيفيٍّ إلا بوصفها أجزاء من المنتج النهائي.

من منطلق دعوة داروين، وفي سبيل شرح حجته، يتنقل بيهي برشاقة أسلوبه المعهودة وأمثلته المثيرة بين العديد من النظم الحيوية التي تتحدى نظرية التطور، في رحلة مجهرية شيقة للنظر عميقا في داخل الصندوق..

(صندوق داروين الأسود).

أحمد يحيى

رئيس قسم البحوث البيولوجية بمركز براهين

---

[1] Charles Darwin, "The Origin Of Species", Harvard University Press, 1964, p189.

لماذا هذا الكتاب؟!

بسم الله والحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله وعلى آله وصحبه، أما بعد..

فإدراكًا من مركز براهين لأهمية توفر المادة العلمية المناسبة بين أيدي الباحثين المهتمين بنقد أو تقييم نظرية التطور، يأتي كتاب (صندوق داروين الأسود) لمايكل بيهي ليسد شيئا من هذه الحاجة، ولينضم إلى قافلة أطروحات الخبراء المناهضة لنظرية التطور الدارويني. وككتاب (تصميم الحياة)، يتبنى هذا الكتاب مقالة التصميم الذكي[1]، ويبتكر لتعضيدها دليلًا قويًّا لم تستطع كافة النقود الموجهة ضده أن تقدم من الأدلة ما ينهض للقدح فيه، فضلًا عن دحضه؛ ألا وهو دليل التعقيد غير القابل للاختزال أو التعقيد الذي لا أبسط منه (irreducible complexity). وفكرة التعقيد غير القابل للاختزال من حيث هي ظاهرة بيولوجية –كما يذكر بيهي في هذا الكتاب– قد رُصدت من قبل وأشار إليها بعض العلماء، ولكنها لم تحظ باهتمام بارز وتحتل موقعًا مهمًا في أدبيات التطور المتأخرة إلا على يدي عالم الكيمياء الحيوية الأمريكي مايكل بيهي.

والكتاب وإن كان يدور في مجمله على تأكيد أهمية التعقيد المشار إليه، وتفصيل دلالته الظاهرة على التصميم[2]، إلا أنه قد عني بذكر أدلة أخرى على وهاء نظرية التطور الدارويني كتفسير لأصل الحياة بالاعتماد على التراكم التدريجي العشوائي للتغيرات الطفيفة وعمل الانتخاب الطبيعي عليها. فقد جعل بيهي الفصل السابع من هذا الكتاب لبيان: "أنَّ الأنظمةَ المعقدةَ غير القابلة للاختزال ليست هي المشكلةُ الوحيدةُ لفكرة التدرج".[3] ليصل بعد ذلك إلى نتيجة ما فتئت تكتسب زخمًا مرة تلو مرة في أدبيات نقد التطور الدارويني، ألا وهي –كما يقول بيهي– ثبوت: "عجْز النظرية الداروينية عن تفسير الأُسُس الجزيئية للحياة، لا مقابل التحليل المقدم في هذا الكتاب فحسب، بل بسبب الغياب التام لأيِّ نموذج مفصل يمكن من خلاله تفسير نشوء الأنظمة البيوكيمائية الحديثة في الأدبيات العلمية الاختصاصية".[4]

---

[1] أفرد بيهي الفصل التاسع من هذا الكتاب لمفهوم التصميم الذكي.

[2] يُنظر تقدمة كتاب (تصميم الحياة)، من إصدارات براهين، حيث كتبتُ رأيي مختصرا في تعبير "التصميم الذكي".

[3] في نهاية الفصل السابع.

[4] مطلع الفصل التاسع بتصرّف يسير جدا.

كما أن المؤلف في سياق تأصيله لمفهوم التعقيد غير القابل للاختزال لم يقتصر على مثال حيوي وحيد. فقد لفت بيهي الانتباه إلى ملاحظة مهمة وهي أن أمثلة هذا المفهوم في مظاهر الحياة المختلفة، وتحديدًا على المستوى الجزيئي، كثيرةٌ جدا. وفي ذلك يقول به بيهي: "فالأمثلة على التعقيد غير القابل للاختزال وفيرة، وتتضمن بعض مناحي تضاعف الدنا، وعمليات نقل الإلكترونات، واصطناع القسيمات الطرفية للصبغيات –التيلوميرات– والتركيب الضوئي، وتنظيم الانتساخ للحمض النووي والكثير من الأمور".

من المهم قبل السير قدُمًا في فصول هذا الكتاب الماتع أن نتعرف على المعنى الذي يقصده بيهي بعبارة "التصميم الذكي"، فإن هذا مما يعين على فهم كافة الحجج والمفاهيم المرتبطة بها وهو يتحدث عنها. وقد نصَّ بيهي على مراده بهذه العبارة في مقال بعنوان (ما التصميم الذكي على وجه الدقة؟)، نشرته مجلة (البيولوجيا والفلسفة) عام ٢٠٠١م، وفيه يقول: "قد يُقصد بالتصميم الذكي أنَّ قوانين الطبيعة نفسها مصممة لإنتاج الحياة والأنظمة المعقدة التي تدعمها. من دون تعليق على تبعات هذا الرأي، دعوني فقط أقولُ لكم بأنَّهُ ليس المعنى الذي حددته للعبارة. قصدت بال(التصميم الذكي) افتراض تصميم غير قوانين الطبيعة؛ أيْ هل هناك أسباب أخرى للاستنتاج –بأخذ قوانين الطبيعة كما هي– بأنَّ الحياةَ والأنظمة المكونة لها قد رتبت بشكل مقصود، كما أنَّ هناك أسبابًا غير قوانين الطبيعة للاستنتاج بأنَّ مصيدة فئران قد تم تصميمها؟ فعندما أشير إلى التصميم الذكي فأنا أقصد –ما لم أنص على العكس– هذا المغزى الأقوى للتصميم فوق قوانين الطبيعة".

إن بيهي ليذكرنا بهذا التمييز الفارق المهم بالأصل الذي قرره الفيلسوف لودفيج فتغنشتاين حين صرّح أن "معنى العالم لا بد أن يقع خارج العالم"، وأن "في داخل العالم كل شيء على ما هو عليه، ويقع كما يقع"، وأن "في داخله لا يوجد قيمة، وإن وجدت فستكون بلا قيمة".(٥) وذلك من جهة أن بيهي وفتغنشاتين متفقان على أن القوانين من حيث كونها قوانين منتمية لهذا العالم فقط ليست إلا وقائع مجردة، لاحول لها ولاقوة من تلقاء نفسها، وأننا إذا ما أردنا أن نسبغ على مجموع علاقاتها ببعضها البعض معنى ذا مغزى، فإنه يتعيّن علينا أن نبحث عن أصل هذا المعنى خارجها لا فيها.

(5) Wittgenstein, L. (1960) Tractatus Logico-Philosophicus, Routledge & Kegan, London, p. 183.

نترك الآن المجال للقارئ كي يبحر في فصول هذا الكتاب، متجلّدًا على ما قد يصادفه من اصطلاحات خاصة يعرفها خبراء هذا العلم، ناهلًا من جُلّه لا فوائد علمية فحسب، وإنما دروسًا حياتية رائعة، وخبرات شخصية نافعة، ولفتات فلسفية دينية مهمة، وفوق ذلك كله إضاءات على آيات "الصُنع المتقن"، لا في مظاهر الخلق البادية للعين المجردة فقط وإنما الكامنة أيضًا في أدق تفاصيل الحياة ﴿أَلَا يَعْلَمُ مَنْ خَلَقَ وَهُوَ اللَّطِيفُ الْخَبِيرُ﴾.

في الختام كما في البدء، الشكر الخالص لله وحده على ما وفق إليه من إتمام لهذا العمل. ثم أتوجه بالشكر الصادق لفريق الترجمة والتنسيق على ما بذله من جهد كبير في ظروف زمنية ومادية لم تؤازره كثيرا، ولكنه استطاع –بعون من الله– مواجهة تلك التحديات لإخراج هذا العمل في وقت قياسي. بقي أن نذكّر القارئ الناصح في حال وجد ما يستحق التصحيح أو التحسين ألاّ يبخل علينا بتوجيه منصف أو نقد هادف، والله يتولّى ثوابه أولا، وله منّا حق الشكر ثانيا. والحمد لله رب العالمين.

عبدالله بن سعيد الشهري

المشرف العام على مركز براهين

صندوق داروين الأسود


مُقَدِّمَة

ظاهرة جزيئية

لقد بات من المألوف، بل من المبتذل تقريباً، أنْ نقولَ: إنَّ العلمَ قدْ قطعَ خطواتٍ كبيرةً في فهم الطبيعة. كما أن فهمنا لقوانين الفيزياء قد وصل إلى درجة تسمح لمسابير الفضاء بالسفر دون أنْ تضلَّ طريقَها لتصور عوالم بعيدة عن الأرض مليارات الأميال. أما الحواسيبُ والهواتفُ والأضواءُ الكهربائيةُ وغيرُها من الأمثلة فتقف شاهدة على تسخير العلم والتكنولوجيا لقوى الطبيعة. وأما اللقاحات والمحاصيل وفيرة الإنتاج فقد أوقفت العدوين القديمين[1] للبشرية المرض والجوع – على الأقل في بعض نواحي العالم.

ويعلن كل أسبوع تقريبًا عن اكتشافات في البيولوجيا الجزيئية تعزز الأمل بالشفاء من الأمراض الوراثية وغيرها.

ومع كل ذلك فإنَّ فهْمَ كيفية عمل الأشياء لا يكافئ معرفة من أين جاءت. إذ يمكننا على سبيل المثال توقع حركة الكواكب في النظام الشمسي بدقة بالغة ولكن يبقى أصل النظام الشمسي موضع جدل "أيْ السؤال عن كيفية تشكل الشمس والكواكب وأقمارها منذ البداية"،[1] قد يحل العلم الأحجية في نهاية الأمر، ولكن المسألة قائمة لأنَّ فهم أصل الشيء مختلف عن فهم عمله اليومي.

سيطرة العلم على الطبيعة دفع الكثيرين لافتراض أنَّ العلمَ أيضًا يمكنه (وفي الواقع يجب عليه) تفسير أصل الطبيعة والحياة.

إنَّ ما افترضه داروين من إمكانية تفسير الحياة بالاصطفاء الطبيعي الذي يعمل على التنوع الحيوي قد لقي قبولًا واسعًا في الأوساط المثقفة لأكثر من قرن، رغم أنَّ الآلياتِ الأساسيةَ للحياة بقيت غامضة إلى بضعة عقود سابقة.

واكتشف العلم الحديث في النهاية أنَّ الحياةَ ظاهرةٌ جزيئية: أيْ أنَّ كلَّ الأحياء مكونة من جزيئات هي بمثابة الصواميل والبراغي، والتروس والبكرات، للأنظمة الحيوية.

---

[1] النظر للكوارث أو الأضرار الطبيعية التي تنزل بالإنسان على أنها "أعداء" وأن على الإنسان "مواجهة" هؤلاء الأعداء و"الإطاحة بهم"، هو نظر تطور في وعي الإنسان الغربي بوجه خاص؛ وهو نظر ينم عن شعور متضخم بالاستقلال ورغبة جامحة في التعالي على كل جوانب النقص/الضعف في موقف الإنسان من العالم. وقد اختصر فوكوياما في (نهاية التاريخ) وصف مختلف تجليات هذه الحالة النرجسية المتفائلة في مفهوم التيموس/الثايموس thymos. (الشهري)

وبالتأكيد نجد في المستويات الأعلى صور حيوية معقدة "مثل دوران الدم"، ولكن التفاصيل النهائية للحياة تكمن في مجال الجزيئات الحيوية، لذلك فعلم الكيمياء الحيوية الذي يدرس هذه الجزيئات وضع على عاتقه مهمة استكشاف الأساس الجزيئي العميق للحياة.

تولى علم الكيمياء الحيوية منذ منتصف الخمسينيات عبء تفسير علم الحياة على المستوى الجزيئي. ولئن كان دارون قد جهل سبب الاختلافات بين الأنواع (رغم أنها من مطالب نظريته) فإنَّ علمَ الكيمياء الحيوية تعرَّف على الأساس الجزيئي للتنوع. ومقابل عجز علم القرن التاسع عشر عن معرفة آلية الرؤية أو المناعة أو الحركة نجد أنَّ الكيمياء الحيوية الحديثة قد عرفت الجزيئات التي تمكّن من أداء هذه الوظائف وغيرها.

توقعوا في الماضي أن يكون أساس الحياة بسيطًا جدا ولكنها توقعات مُنيت بالخيبة، إذ أثبتت الحركة والرؤية وغيرها من الوظائف أنَّها ليست أقلَّ تعقيدًا من كاميرات التلفاز والسيارات. لقد أحرز العلم تقدمًا كبيرًا في فهم كيفية عمل كيمياء الحياة، ولكن وقفوا عاجزين أمام تفسير أصل أناقة وتعقيد الأنظمة الحيوية على المستوى الجزيئي. ولم تحدث عمليًّا أيَّة محاولة لتفسير نشوء أنظمة حيوية جزيئية معقدة معينة فضلًا عن وجود أيّ تقدم في هذا المجال. أكد العديد من العلماء بقوة أنَّ التفسيرات متاحةٌ بسهولة أو ستكون متاحةً عاجلًا أو آجلًا. ولكن لم تحظ هذه التوكيدات بسند حقيقيّ في المنشورات العلمية الاحترافية، والأهم من ذلك توجد أسباب تفرض ذاتها "اعتمادا على بنية الأنظمة الحيوية نفسها" تدفعنا للاعتقاد بأنَّ أي تفسير دارويني لآليات الحياة سيظل تفسيراً مراوغا (elusive).

مصطلح التطور كلمة مرنة [٢] قد يستخدمها شخص بمعنى بسيط كالتغير عبر الزمن ويستخدمها آخر بمعنى تحدر كل أشكال الحياة من سلف مشترك دون تحديد آليات التغيير. وفي معناه الكامل – أيْ من وجهة نظر بيولوجية – يعتبر التطور عملية ظهرت فيها الحياة من مادةٍ غيْرِ حيةٍ ثم تطورت كليًّا بوسيلة طبيعية، وهذا هو المعنى الذي اعتمده داروين لكلمة تطور وهو ما تعنيه كلمة تطور في الوسط العلمي وهو ما سنستخدمه خلال هذا الكتاب كله.

اعتذار عن التفاصيل

قدم سانتا كلوز (بابا نويل) قبل عدة سنوات هدية لولدي الأكبر: دراجة بلاستيكية ثلاثية العجلات بمناسبة عيد الميلاد، ولكن لسوء الحظ بسبب كثرة مشاغل بابا نويل لم يكن لديه الوقت ليخرجها من العلبة ويركبها قبل أنْ يرحل. وهكذا تم تحويل هذه المهمة إلى الوالد، فأخرجتُ قطع الدراجة من علبتها وفتحت ورقة تعليمات التركيب وتنهدت إذ كانت ٦ صفحات من التعليمات المفصلة: أخرِج الـ ٨ أنواع من البراغي المختلفة، وصُفها جنبًا إلى جنب أدخل برغيين من قياس ١.٥ إنش عبر المسكة في قصبة الدراجة، أدخِل القصبة عبر الفتحة المربعة في جسم الدراجة وهكذا، رغم أنَّ قراءةَ التعليمات كانت ضد رغبتي ولكني أعرف أنَّهُ لا يمكن قراءتها بسرعة واستخلاص الزبدة كما أفعل بصحيفة، فالغاية كلها تكمن في التفاصيل. وهكذا شمرت عن ساعدي وفتحت زجاجة مرطبات وجلست للعمل، وبعد عدة ساعات تم تجميع الدراجة، وخلال العملية قرأت كل تعليمة أكثر من مرة حتى تثبت في ذهني وقمت بالضبط بالأعمال الواردة في التعليمات.

يبدو أنَّ بغضي للتعليمات ظاهرة منتشرة، فعلى الرغم من أنَّ معظمَ الأسر تمتلك مسجل أشرطة فيديو إلا أن معظمهم لا يمكنهم برمجته. ورغم أنَّ هذه العجائب التقنية قد أرفق معها تعليمات تشغيل كاملة، إلا أن فكرة الدراسة المملة لكل جملة من الدليل تجعل معظم الناس يدفعون هذا العمل لأقرب ولد في العاشرة من عمره.

لسوء الحظ معظم ما يوجد في علم الكيمياء الحيوية يشبه دليلَ التعليمات، ووجه التشابه أنَّ الأهميةَ تكمن في التفاصيل. فطالب الكيمياء الحيوية الذي يتصفح كتاب الكيمياء الحيوية بسرعة سيجلس في الامتحان التالي بلا شك محدقًا في سقف قاعة الامتحان وجبينه يتصبب عرقا.

فتصفح كتاب الكيمياء الحيوية بسرعة لا تؤهل الطالب لأسئلة من نوع "وضح بالتفصيل آلية حلمهة[٢] رابط الببتيد بأنزيم التريبسين موليًا اهتمامًا خاصًّا بدور طاقة ارتباط الحالة الانتقالية"، رغم وجود العديد من المبادئ العامة للكيمياء الحيوية التي تساعد الإنسان على فهم الصورة العامة لكيمياء الحياة، ولكن المبادئ العامة لا تأخذك أبعد من هذه المرحلة.

---

[٢] مصطلح "حلمهة" منحوت من كلمتين، الأولى: "تحليل"، والثانية: "الماء"؛ أي التحليل بالماء. قال العلاّمة اللغوي أحمد بن فارس (٣٩٥ هـ): "العرب تنحت من كلمتين كلمة واحدة، وهو جنس من الاختصار" (انظر: الصاحبي، ص٢٠٩). ومن أمثلته الشهيرة: "بسملة"، منحوتة من "بسم الله". (الشهري).

فلو حملت إجازة في الهندسة فإنَّ هذا لا يغنيك عن متابعة كتاب تعليمات الدراجة ثلاثية العجل ولا يمكن لشهادتك أنْ تساعدك مباشرة في برمجة جهاز تسجيل الفيديو. ولسوء الحظ يدرك الكثيرون الانتقائية الحرجة للكيمياء الحيوية؛ فالذين يعانون من فقر الدم المنجلي ويتحملون الألم في حياتهم التي قصَّر أمدها المرض، يعلمون أهمية التفصيل الصغير الذي غيّر واحدًا من ١٤٦ حمضًا أمينيًّا في واحد من عشرات آلاف البروتينات الموجودة في أجسامهم. ومثلهم آباء الأطفال الذين ماتوا بسبب (التاي–ساكس Tay-Sachs) أو التليف الكيسي أو المرضى الذين يعانون من السكري أو الناعور يعلمون تمامًا ما هي أهمية التفاصيل في الكيمياء الحيوية.

وهكذا فأنا كمؤلف أسعى ليقرأ الناس كتابي، تواجهني معضلة، وهي أن الناس لا يحبون قراءة التفاصيل وبالمقابل فإنَّ قصة تأثير علم الكيمياء الحيوية على نظرية التطور تعتمد كليًّا على التفاصيل. ولذلك يجب عليَّ أنْ أكتب نوعًا من الكتب الذي لا يحب الناس قراءته لأقنعهم بالأفكار التي دفعتني للكتابة. ولكن لا بد من التعرف على التعقيد قبل تقدير قيمته، ولذلك فإنَّني أعتذر لقارئي الكريم وأطلب منه الصبر فهناك الكثير من التفاصيل في هذا الكتاب.

الكتاب مقسم إلى ثلاثة أقسام:

القسم الأول: يقدم نظرة عامة للموضوع ويبين لماذا يجب مناقشة التطور على المستوى الجزيئي "مجال علم الكيمياء الحيوية"، ويخلو هذا القسم بشكل كبير من التفاصيل التقنية إلَّا ما يتسلل منها خلال مناقشة العين.

القسم الثاني: يحوي "فصول الأمثلة" حيث توجد معظم التعقيدات الفنية.

القسم الثالث: مناقشة غير تقنية لمضامين الاكتشافات الكيميائية الحيوية.

إذاً يقتصر وجود المادة الصعبة على القسم الثاني غالبًا، ولكن استخدمت فيه بحرية القياس على الأمور المألوفة من مواضيع الحياة اليومية لأوصل الفكرة للقراء. وقللتُ في هذا القسم أيضًا من تفاصيل وصف الأنظمة الكيميائية الحيوية المعقدة. وقد أبعدت الفقرات التي تحوي الكم الأكبر من التفاصيل "المتخمة بالمصطلحات التقنية المؤذية للعين" خارج النص العادي بالتزيين لأشجع القارئ. فبعض القراء قد يتابع مباشرة وبعمق الفصل الثاني، بينما يتمنى آخرون تصفحه بسرعة أو تخطي بعض الفقرات ثم يعودون لها عندما يتأهبون لتقبل المزيد. بالنسبة لأولئك الذين يريدون فهماً أعمق للكيمياء الحيوية وضعت ملحقًا يختصر بعض مواضيع الكيمياء الحيوية العامة، وأشجع الذين يريدون كل التفاصيل أن يستعيروا كتابا تمهيديًّا عن الكيمياء الحيوية من المكتبة.

القسم الأول

فُتِح الصندوق

الفصل الأول

بيولوجيا متناهية الصغر

حدود فكرة

هذا الكتابُ حوْلَ فكرة التطوُّر الداروينيِّ التي وصلتْ أقصى حدودها مع اكتشافات الكيمياء الحيوية. الكيمياء الحيوية تعْنى بدراسة الأسس المطلقة للحياة: الجزيئات التي تشكل الخلايا والنسج وتحفز التفاعلات الكيميائية للهضم والاصطناع الضوئي والمناعة وأمورٍ أخرى. وما التقدمُ الهائلُ الذي أنجزتْهُ الكيمياءُ الحيويةُ منذ منتصف الخمسينيات إلَّا رحلةً هائلةً تعبِّرُ عن قوَّةِ العلْمِ في فهم العالم. فأثمرتْ العديدَ من الفوائد العملية في الطب والزراعة؛ ولكن لهذه المعرفة ثمن يستحق سداده فمع اكتشاف الأسُسِ وجب علينا التخلّي عن الطرق القديمة لفهْمِ العالم أوْ مراجعتها بعمْق أوْ حصرها في جزْءٍ محدودٍ من الطبيعة. فهل هذا ما سيحدث لنظرية التطور بالاصطفاء الطبيعي؟

وككثير من الأفكار العظيمة، فكرةُ داروين بسيطةٌ على نحو أنيق، فعندما لاحظ وجود الاختلاف في كل الأنواع: بعضُ الأفراد أكبرُ وبعضُها أصغر، بعضُها أسْرعُ وبعضُها أخَفُّ في اللون وهكذا. ففسر هذا بأنَّ مخزونات الطعام لا يمكنها أنْ تدعمَ كلَّ الكائنات التي تولد، فالكائنات التي يوفر لها اختلافٌ تصادفيٌّ ميزةً في الصراع من أجل الحياة تميل إلى البقاء على قيد الحياة والتكاثر، متفوقة على الكائنات الأقل تفضيلا. إذا كان هذا الاختلافُ قابلًا للتوريث فإنَّ ميزاتِ هذا النوع قد تتغيَّرُ عبْرَ الزمن وقدْ تحصُلُ تغيراتٌ هائلةٌ عبر فتراتٍ طويلةٍ من الزمن.

اعتقدَ معظمُ العلماء ولأكثر من قرن بأنَّ كلَّ الحياة نتجتْ افتراضيًّا –أوْ على الأقل كل ميزاتها المثيرة للاهتمام– عن طريق عمل الاصطفاء الطبيعي على الاختلاف العشوائي. استعملتْ فكرة داروين لشرح منْقار العصفور وحافر الحصان ولوْن الفراشة والحشرات الخادمة (slaves)، وتوزع الحياة حول العالم وعبر العصور. وقد وسَّعَ بعضُ العلماء استعمالَ النظرية لتفسر سلوك البشر: لماذا تنجزُ بعض المجموعات في اختبارات الذكاء بشكل أفضل من مجموعات أخرى ولماذا تعزف البعثاتُ التبشيريةُ عن الزواجَ وإنجاب الأطفال. لم يبقَ شيءٌ مطلقًا –لا عضو أو فكرة، لا منطق أو فكرة– لم يخضعْ للفكر التطوري.

وبعد قرابة قرن ونصف من طرح داروين لنظريته نجحتْ بيولوجية التطوُّر بقوة في تعليل أنماط الحياة التي نراها حوْلَنا. ويظهر بالنسبة للكثيرين أنَّ انتصارها تامٌّ، لكن لا يجري عمل

الحياة الحقيقيُّ على مستوى الحيوان أوْ العضو الكامل. فالأجزاء الأكثر أهمية من الكائنات الحية هي أشياءٌ أصغرُ من أنْ تُرى إذْ تكْمُنُ الحياة في التفاصيل، والجزيئاتُ هي ما يقودُ تفاصيلَ الحياة. قد تشرحُ فكرة داروين حوافرَ الحصان، لكنْ هل تشرحُ أساسَ الحياة؟

تقدَّمَ العلْمُ في بداية الخمسينيات إلى النقطة التي أمْكَنَ عندها تحديدُ أشكال وخصائص عدة جزيئات تؤلف الكائنات الحية. كذلك وُضّحت ببطءٍ وبدقَّةٍ بنى مزيد من الجزيئات البيولوجية، واستُنتجت كيفية عملها من التجارب الكثيرة جدا. وأظهرتْ النتائجُ التراكميةُ بوضوحٍ دقيقٍ أنَّ الحياةَ تعتمِدُ على آلاتٍ مصنوعةٍ من جزيئات. تقود الآلات الجزيئية الحمولةَ من مكان إلى آخر في الخلية عبر (طرق سريعة) مشكَّلَةٍ من جزيئات أخرى، في حين تعمل جزيئات أخرى ككوابل وحبال وبكرات للحفاظ على شكل الخلية. تشغل الآلات مفاتيحًا خلويةً وتطفئها جزئيات تقتل الخلية أحيانًا أوْ تؤدي إلى استمرار نموها. وآلاتٌ تأخذُ طاقتَها من الشمس فتقبض طاقة الفوتونات وتخزنها في مواد كيميائية. تسمحُ الآلاتُ الكهربائيَّةُ للتيار بالجريان عبْرَ الأعصاب. هناك آلات تُصنّع آلات جزيئية أخرى بالإضافة إلى تصنيع نفسها. تسبح الخلية باستعمال الآلات وتنْسخُ نفسَها بآلات وتهْضمُ الطعامَ بآلات. باختصار تتحكمُ آلات جزيئيةٌ عاليةُ التعقيد بكلِّ عملية خلوية، وبالتالي فإنَّ تفاصيلَ الحياة معايرةٌ بشكلٍ دقيقٍ وآلةُ الحياة معقدةٌ بشْكِلٍ هائل.

هل يمْكنُ لكلِّ الحياة أنْ تتناسبَ مع نظرية التطور لداروين؟ يصعب على العامَّةِ الفصْلُ بين الحقيقة والتخمين لأنَّ وسائلَ الإعلام الشعبية تحبُّ نشْرَ قصصٍ مثيرةٍ ولأنَّ بعضَ العلماء يستمتع بافتراض كيف يمكن لاكتشافاتهم أنْ تمضي بعيدا. لمعرفة الدليل الحقيقيِّ يجبُ أنْ تتعمقَ في المجلات والكتب المنشورة من قبل المجتمع العلمي نفسه. تسجل المنشوراتُ العلميةُ التجاربَ مستقاةً من المصدر الأول مباشرة، وهذه التقاريرُ خاليةٌ عمومًا من التخيلات الجامحة التي تظهر في التقارير التالية بعدها. فكما ستلاحظ لاحقًا إنْ بحثتَ عن المنشورات العلمية عن التطور وركزتَ بحثَكَ على السؤال عن كيفية تطور الآلات الجزيئية – أسس الحياة– فستجد صمتًا كاملًا ومريبا. فقد شلَّ تعقيدُ أساس الحياة محاولةَ العلم لتفسيرها، مازالت الآلات الجزيئية ترفع حاجزًا منيعًا أمام امتداد الداروينية العالمية. لمعرفة السبب سأدرس في هذا الكتاب العديد من الآلات الجزيئية المدهشة، ثُمَّ أسألُ إنْ فسرت قط بالاصطفاء الطبيعي والطفرة العشوائية.

التطوُّرُ موضوعٌ مثيرٌ للجدل، فمن الضروري توجيهُ عدَّةِ أسئلةٍ أساسيةٍ في بداية الكتاب. يعتقد الكثيرون بأنَّ التشكيكَ في التطور الدارويني يرادفُ التأكيد على اعتناق الخلقية –الاعتقاد بأنَّ الله خلق الكون–، ومن الشائع الاعتقاد بأنَّ الخلقية تتضمن الاعتقاد بأنَّ أرضًا تشكلتْ منذ حوالي ١٠ آلاف سنةٍ فقط وهو تفسيرٌ حرفيٌّ للتوراة مازال منتشرا. وليُعلم أنه ليس لدي سبب يجعلني أشك في أنَّ الكوْنَ عمْرُهُ بلايينُ السنين كما قال الفيزيائيون. بلْ إنَّني أجدُ فكرةَ السَّلَفِ المشترك –كل الكائنات ذات سلف مشترك– مقنعةً بشكلٍ مقبولٍ وليس لديَّ سببٌ معيَّنٌ للشك فيها. أحترم جدًّا عملَ زملائي الذين درسوا تطوَّرَ الكائنات وسلوكها ضمن إطارٍ تطوريٍّ، وأعتقدُ بأنَّ علماء البيولوجية التطورية قد أسْهموا بشكلٍ واسعٍ في فهْمنا للعالم. رغم أنَّ الآليةَ الداروينية –الاصطفاء الطبيعي المعتمد على الاختلاف– قد تشْرحُ العديدَ من الأشياء، لكن لا أعتقدُ أنَّها تفسِّرُ الحياة الجزيئية، كما أنَّنِي لا أعتقد أيضًا أنَّهُ من المفاجئ أنَّ العلمَ الجديدَ الخاصَّ بالأشياء الصغيرة جدًّا سيغير الطريقة التي ننظرُ بها إلى الأشياء الأقلِّ صغرا.

تاريخ مختصر جدًا للبيولوجيا

عندما تمضي الأمورُ بسلاسةٍ في حياتنا، يميلُ معظمُنا إلى الاعتقاد بأنَّ المجتمعَ الذي نعيشُ فيه طبيعيٌّ وبأنَّ أفكارَنا حوْل العالم صحيحةٌ بديهيا. ومن الصعب تصوُّرُ كيف عاشَ أناسٌ آخرون في أماكن وأزمنة مختلفة بطريقة عيشهم المختلفة أو كيف اعتقدوا الأشياءَ التي اعتقدوها. لكن أثناء فترات الاضطراب عندما يتم التشكيك بالحقائق المحكمة، قد يبدو بأنَّهُ لا شيء في العالم منطقيٌّ وذو معنى. يمكن للتاريخ أنْ يذكرَنا أثناء هذه الأوقات بأنَّ البحثَ عن معرفة موثوقةٍ طريقٌ طويل وعمليةٌ صعبةٌ لمْ تصلْ بعْدُ إلى نهاية. ولغايةِ رسْمِ صورةٍ كاملةٍ تمكنُنا من رؤية التطور الدارويني عبْرها سألخِّصُ بشكلٍ موجزٍ جدًّا عبْرَ الصفحات القليلة التالية تاريخَ البيولوجية. بطريقة ما كان هذا التاريخُ سلسلةً من الصناديق السوداء كُلَّما فتحْنا أحدَها وجدْنا صندوقًا آخر.

الصندوق الأسود مصطلح لجهازٍ يعمل شيئا؛ لكنَّ الأعمالَ الداخليةَ خفيةٌ –أحيانًا لأنَّ الأعمالَ لا يمكنُ رؤيتها، وأحيانًا لأنَّها فقط غير قابلة للإدراك–. والحواسيبُ تعطي مثالًا جيدًا عن الصندوق الأسود فمعظمنا يستعمل هذه الآلات البديعة دون أدنى فكرةٍ عن كيفية عملها،

فنقوم بمعالجة الكلمات أوْ رسْمِ المخططات أوْ لعب الألعاب جاهلين ما يحدث تحْتَ الصندوق الخارجي. حتى إذا أزلنا الغطاء فإنَّ قلَّةً منا يمكن أنْ يميزَ شيئًا في أدْغال القطع في الداخل. فلا يوجد رابطٌ بسيطٌ يمكنُ ملاحظتُهُ أو يمكنُ إدراكُهُ بين أجزاء الحاسوب والأشياء التي ينجزها.

تصور أنَّ حاسوبًا ذا بطاريةٍ مديدةٍ نُقلَ عبر الزمن آلاف السنين إلى قصر الملك آرثر. كيف سيتفاعل أناسُ أولئك العصر مع حاسوب يعمل؟ معظمهم سينتابهم الفزع، لكن ربما يريدُ شخصٌ ما أنْ يفهمَ هذا الشيء. قد يلاحظُ شخصٌ ما بأنَّ أحرفًا تظْهَرُ على الشاشة عندما يلمس المفاتيح. بعض توليفات الأحرف –الموافقة لأوامر حاسوبية– قد تجعل الشاشة تتغير بعد وهلة، ستتضح العديد من الأوامر. أجدادُنا من العصور الوسطى قد يعتقدون بأنَّهم قد فكُّوا سرَّ الحاسوب. لكنْ في النهاية سيزيلُ شخصٌ ما الغطاء وينظر إلى الحاسوب الذي يعْمَلُ من الداخل. وفجأةً نكتشفُ أنَّ نظريةَ (كيف يعمل الحاسوب) كانتْ ساذجةً للغاية. الصندوق الأسودُ الذي فُكَّتْ شفرتُهُ ببطءٍ سيتكشّفُ عن صندوقٍ أسود آخر.

في العصور القديمة كانتْ كلُّ البيولوجية صندوقًا أسودَ لأنَّه لمْ يفهمْ أحدٌ حتى المستوى الأولي لكيفية عمل الكائنات الحية. فالقدماء الذين نظروا إلى النبات أو الحيوان وتساءلوا كيف تعمل الأشياء في ظل تقنية متخلفة، لقد كانوا حقًّا في الظلام.

بدأ الباحثون البيولوجيون الأوائلُ بالطريقة التي لديهم فقطْ وهي العينُ المجردة. فوصفت عدد من الكتب منذ حوالي ٤٠٠ قبل الميلاد –المنسوبة لأبقراط أبو الطب– أعراض بعض الأمراض الشائعة ونسب المرض إلى الغذاء وإلى أسباب فيزيائية أخرى، بدلًا من عمل الآلهة. رغم أنَّ هذه الكتاباتِ كانتْ مجرد بداية إلا أن القدماء ظلوا ضائعين بخصوص تركيب الكائنات الحية. فاعتقدوا أنَّ كلَّ المادة مكونةٌ من أربعة عناصر: التراب والهواء والنار والماء. واعتقدوا بأنَّ الأجسام الحية مكونةٌ من أربعة أخلاط – الدم والبلغم والمرة الصفراء والمرة السوداء– وتنشأ كل الأمراض عن زيادة في أحد الأخلاط.

لقد كان أعظم البيولوجيين اليونانيين هو أيضاً أعظم فلاسفتهم: أرسطو. ولد أرسطو وأبقراط ما زال حيًّا، واعتقد أرسطو –بخلاف كلٍّ من قبله تقريبا– بأنَّ معرفةَ الطبيعة تتطلبُ رصْدًا منهجيا. ميز أرسطو عبر الفحص الدقيق كميةً مذهلةً من الترتيب ضمن العالم الحي، وتعد هذه

خطوة أولى هامة. جمع أرسطو الحيوانات ضمن فئتين عامتين –الحيوانات ذوات الدم، والحيوانات بلا دم– وهو ما يوافق بشكل قريب التصنيف الحديث إلى فقاريات ولافقاريات. ضمن الفقاريات ميز أصناف الثدييات والطيور والأسماك، كما وضع البرمائيات والزواحف في مجموعة واحدة والأفاعي في صنف منفصل. رغم أنَّ مشاهداته لم تكن مؤيدة بالأدوات، ظل كثير من تفكير أرسطو سليمًا بالرغم من المعرفة المكتسبة خلال آلاف السنين التالية لموته.

وجد عدةُ باحثين بيولوجيين فقط في الألفية التالية لأرسطو. كان (جالينوس) أحدهم، طبيب في القرن الثاني بعد الميلاد في روما. لاحظ جالينوس أنَّ المشاهدةَ الدقيقة لخارج الحيوانات والنباتات وداخلها (عبر التشريح)، رغم أنَّهُ ضروريٌّ، إلَّا أنَّهُ غيْرُ كافٍ لفهم البيولوجيا. حاول جالينوس مثلًا فهْمَ وظيفة الأعضاء الحيوانية، ورغم أنَّهُ عرف بأنَّ القلبَ يضخ الدم إلَّا أنَّهُ لم يستطعْ أن يخبرنا أنَّ الدم يدور ويعود إلى القلب بمجرد النظر فقط.

اعتقد جالينوس خطأً أنَّ الدم يضخ لتروية الأنسجة، وأنَّ الدمَ الجديدَ يصنع بشكل مستمر ويعاد تزويد القلب به، واستمر تعليم فكرته قرابة ١٥٠٠ سنة.

استمر ذلك الاعتقاد الخاطئ إلى أنْ قام رجلٌ إنجليزي في القرن السابع عشر (ويليام هارفي) بطرح نظرية تنصُّ على أنَّ الدمَ يتدفق باستمرار في اتجاه واحد صانعًا دائرةً كاملةً ويعود إلى القلب من جديد[١]. وحسب هارفي بأنَّه إذا ضخ القلب فقط أونصين من الدم بالضربة فإنَّهُ سيضخ بمعدل (٧٢ ضربة بالدقيقة) في ساعة واحدة ٥٤٠ باوند من الدم ثلث وزن الإنسان، بما أنَّ صنعَ هذه الكمية من الدم في وقت قصير جدًّا واضح الاستحالة، فإنَّ الدَّمَ يجب أنْ يعادَ استعماله. لقد كان تفكير هارفي المنطقي –بمساعدة الأرقام العربية التي مازالت جديدةً والتي جعلت الحساب سهلا– في تأييد نشاط غير مشاهد شيئاً غير مسبوق، إذ مهد بهذا للفكر البيولوجي الحديث.

ازدادتْ سرعةُ البحث العلمي في العصور الوسطى. والمثال المذكور عن أرسطو تبعه عدد متزايد من الطبيعيين (naturalists). وصفت العديد من النباتات من قبل علماء النبات (برونفيلس وبوك وفوشس وفاليري وسكوردوس). تطور التصوير العلمي عندما رسم (روندیليت) الحياة الحيوانية بالتفصيل. نشر الموسوعيون مثل (كونراد جيسنر) أجزاءً ضخمةً تلخصُّ كلَّ

[١] تنسب بعض المصادر سبق هذا الاكتشاف لأبي الحسن علاء الدين، المعروف بابن النفيس، ولم أتيقنه. (الشهري)

المعرفة البيولوجية. وسَّعَ (لينوس) عمل (أرسطو) في التصنيف بشكلٍ هائل فاخترع مجموعات الصنف والرتبة والجنس والنوع. أظهرت دراسات البيولوجية المقارنة العديد من التشابهات بين فروع الحياة المختلفة وبدأ نقاش فكرة السلف المشترك.

تقدمت البيولوجيا في القرنين السابع عشر والثامن عشر بدمج العلماء أمثلة أرسطو وهارفي للمشاهدة والاستدلال الذكي. لكن ما زال أشد الانتباه وأقوى استدلال قاصرين عن أخذك نحو تلك الأجزاءُ المهمة وغير المرئية. رغم أنَّ العينَ البشرية يمكنُها أنْ تميّزَ الأشياءَ الصغيرةَ بمقدار عشر الميلي متر، فإنَّ الكثيرَ من الأفعال في الحياة تحصل على مستوى متناهٍ في الصغر. فالبيولوجيا وصلت إلى هضبة (مرحلة مستقرة): فُتح صندوق أسود واحد –البنية الضخمة للكائن– ليكشف عن صندوق أسود آخر لمستويات أدق من الحياة. من أجل أنْ تتقدمَ البيولوجيا فإنَّها تحتاجُ سلسلة من الكشوفات التكنولوجية، وكان الاكتشاف الأول المجهر.

صناديق سوداء ضمن صناديق سوداء

عرفت العدسات في العصور القديمة، وبحلول القرن الخامس عشر عُرِفَ استعمالُها في النظارات. وفي القرن السابع عشر وضعت عدسة محدبة وعدسة مقعرة معًا في أنبوب لتشكيل المجهر الأولي الأول. واستعمل غاليليو إحدى أدواته الأولى وأدهشه اكتشاف العيون المركبة للحشرات. نظر (ستيلوتي Stelluti) إلى عيون النحل وسوسة الفاكهة ولسانها وعيونها وقرون استشعارها والأجزاء الأخرى. أكد (مالبيكي) دوران الدم عبر الشعريات ووصف التطور المبكر لقلب الدجاج الجنيني. فحص (نحميا) غرو النباتات. شرح (سوامينيام Swammeniam) ذبابة مايو، وكان (ليوفينهوك Leeuwenhoek) أولَ من نظر إلى خلية جرثومية ووصف (روبرت هوك) الخلايا في الفلين والأوراق –رغم أنه لم ينتبه لأهميتها–.

بدأ اكتشاف عالمٍ صغيرٍ جدًّا غير متوقع، وقلب الأفكار الراسخة عن ماهية الكائنات الحية. لاحظ (تشارلز سينجر) –مؤرخ للعلم– أنَّه "هكذا كان التعقيد اللانهائي للكائنات الحية مزعجًا فلسفيًّا كما كانتْ عظمةُ ترتيب العالم الفضائي الذي كشفه (جاليليو) للجيل السابق، لكن هذا التعقيد أخذ وقتًا أطولَ لكي تدخل مقتضياته إلى العقول البشرية". بمعنى آخر يتطلبُ اكتشاف بعض الصناديق الجديدة أنْ نراجعَ كل نظرياتنا السابقة. وفي مثل هذه الحالات قد يحدث نفور كبير.

طرح (ماتياس شلايدن وثيودور شفان) النظرية الخلوية للحياة في القرن التاسع عشر. عمل شلايدن بشكل أساسي على النسيج النباتي، وناقش الأهمية المركزية لبقعة داكنة –النواة– موجودة ضمن كل الخلايا. ركز شفان على النسيج الحيواني والذي كانت رؤية الخلايا فيه أصعب؛ لكنَّهُ فطن إلى أنَّ الحيواناتِ كانتْ مشابهةً للنباتات في بنيتها الخلوية. استنتج شفان بأنَّ الخلايا أوْ مفرزات الخلايا تؤلف الأجسام الكلية للحيوانات والنباتات، وأنَّ الخلايا بطريقةٍ ما وحداتٌ فرديةٌ لها حياتُها الخاصَّةُ بها. كتب بأنَّ "السؤال عن ماهية القوة الأساسية للأجسام المنظمة توضح بأنَّ جوابه: الخلايا الفردية"، كما أضاف شلايدن "فالسؤال الأساسي: ما هو أصلُ هذه المتعضية الصغيرة المدهشة –الخلية–؟"

عمل (شلايدن وشفان) في أوائل القرن التاسع عشر إلى وسطه –زمن رحلات داروين وكتابة (أصل الأنواع)– كانت الخلية بالنسبة لداروين إذاً كما كانت لكل عالِمٍ آخر في ذلك الوقت، صندوقًا أسودا؛ لكنَّهُ استطاع استنباطَ الكثيرِ من البيولوجيا فوق مستوى الخلية. فكرة أنَّ الحياة تطوَّرَتْ ليستْ مبتكرة من داروين لكنَّهُ ناقشها بشكل أكثر منهجية، وكانت نظرية كيفية عمل التطور –من خلال الاصطفاء الطبيعي العامل على الاختلاف– من ابتكاره.

في هذه الأثناء كان العمل على اكتشاف الصندوق الأسود الخلوي يجري على قدم وساق. البحث في الخلية دفع المجهر إلى أقصى حدوده المحدودة بطول موجة الضوء. لسبب فيزيائي لا يمكنُ لمجهرٍ أنْ يميزَ نقطتين أقربَ لبعضهما من نصف طول موجة الضوء الذي يضيئهما. بما أنَّ طولَ موجة الضوء المرئي عشر طول خلية جرثومية تقريبا، لمْ يكنْ بالإمكان رؤية العديد من التفاصيل الصغيرة والهامة لبنية الخلية بضوء مجهري، لم يكنْ بالإمكان فتح الصندوق الأسود للخلية دون تحسينات تقانية إضافية.

في أواخر القرن التاسع عشر ومع تقدم الفيزياء السريع، اكتشف (ج. ج. تومسون) الإلكترون تبعه اختراع المجهر الإلكتروني بعد عدة عقود. ولأنَّ طولَ موجة الإلكترون أقصرُ من طول موجَةِ الطول المرئي يمْكِنُ تمييزُ أشياءٍ أصغرَ بكثيرٍ إذا أُضيئتْ بالإلكترونات. للمجهر الإلكتروني عددٌ من الصعوبات العملية، أقلها ميل الحزمة الإلكترونية إلى حرق العينة. لكنْ تَمَّ إيجادُ طرقٍ لتخطي المشاكل واخترع المجهر الإلكتروني بعد الحرب العالمية الثانية. اكتُشفت بُنى دون خلوية (subcellular) جديدة: الثقوب المشاهدة في النواة، والأغشية المضاعفة

المكتشفة حول الميتوكوندريا –مصانع طاقة الخلية–. نفس الخلية التي بدتْ بسيطةً جدًّا تحت مجهر ضوئيٍّ ظهرت الآن مختلفةً جدا. نفس التساؤل الذي ظهر عند رؤية البنية المفصلة للحشرات ظهر أيضًا لعلماء القرن العشرين عندما شاهدوا تعقيدات الخلية.

سمحَ هذا المستوى من الاكتشاف للبيولوجيين بالوصول إلى أعْظمِ صندوق أسود. السؤال عن كيفية عمل الحياة الذي لمْ يقدرْ داروين ولا معاصريه الإجابةَ عنه. فقد عرفوا بأنَّ العيونَ للرؤية؛ لكن كيفَ تتمُّ الرؤية بها بالضبط؟ كيف يتخثر الدم؟ كيف يحارب الجسم المرض؟ البنى المعقدة التي تم كشفها بالمجهر الإلكتروني كانت نفسها مكونة من مكونات أصغر. ما هي هذه المكونات؟ كيف تبدو؟ كيف تعمل؟ ستأخذنا الإجابة عن هذه الأسئلة إلى عالم البيولوجية وإلى الكيمياء. كما ستعيدنا إلى القرن التاسع عشر.

عالم الكيمياء

كما يرى أيُّ شخصٍ تظهرُ الأشياءُ الحيَّةُ مختلفةً عن الأشياء غير الحية. فهي تتصرَّفُ بشكْلٍ مختلف، كما تبدو بشكل مختلف أيضا: فيُمْكنُ تمييزُ الجلد والشعر بسهولة عن الصخور والرمال. معظم الأشخاص حتى القرن التاسع عشر اعتقدوا ببساطة بأنَّ الحياةَ مصنوعةٌ من نوع خاص من المادة، نوع مختلف عن المادة التي تشكل المواد غير الحية. لكن في عام ١٨٢٨م سخن (فريدريك فوهلر) سيانات الأمونيوم ودهش بتشكل اليوريا –النشادر– وهو منتج فضلات بيولوجي. اصطناع اليوريا من مادة غير حيَّة حطم التمييز السهل بين الحياة واللاحياة، وبدأ بعد ذلك عالم الكيمياء اللاعضوية (جاستس فون ليبيغ) دراسة كيمياء الحياة أوْ الكيمياء الحيوية. أثبت ليبيغ بأنَّ مصدرَ حرارة جسم الحيوانات ينتج عن حرق الطعام وليس لخاصة أساسية للحياة. صاغ من نجاحه فكرة الاستقلاب حيث يبني الجسم ويحطم المواد عبر عمليات كيميائية. بلور (إرنست هوبي سايلر) المادة الحمراء من الدم –الهيموغلوبين– وأثبت أنَّها ترتبط بالأكسجين من أجل حمل الأخير عبر الجسم. أثبت (إيميل فيشر) بأنَّ الصنفَ الأكبر من المواد المدعوة بروتينات تتركب من عشرين نوعًا فقط من اللبنات –تدعى أحْماضًا أمينية– موصولة ضمن سلاسل.

كيف تبدو البروتينات؟ رغم أنَّ (إيميل فيشر) أثبتَ بأنَّها مصنوعةٌ من الأحماض الأمينية إلَّا أنَّ تفاصيلَ بنْيتها كانتْ مجهولة. فقد جعلها حجْمُها في وضع أدنى من أنْ يصلَ إليها المجهر

الإلكتروني، لكنْ أصبحَ واضحًا أنَّ البروتينات كانتْ الآلات الأساسية للحياة، وهي التي تحفز كيمياء الخلية وتبني بنيتها. فصار من المطلوب إيجاد تقنية جديدة لدراسة بنية البروتين.

استعمل في بداية القرن العشرين التصوير البلوري بالأشعة السينية (x-ray crystallography) لتحديد بنى جزيئات صغيرة. تضمن التصوير البلوري توجيه حزمة من الأشعة السينية إلى بلورة لمادة كيميائية، تتبعثر الأشعة بعملية تدعى انكسار الأشعة. إذا وضع فلم تصويري خلف البلورة فيمكن عندها تحري الأشعة السينية المتبعثرة بفحص الفلم الذي تعرض لها، قد يدل نمط التبعثر –بعد تطبيق عمليات رياضية صعبة– على مكان توضع كل ذرة في الجزيئة. استخدام تقنية التصوير البلوري بالأشعة السينية مع البروتينات سيظهر لنا بنيتها، لكن هناك مشكلة كبيرة: كلما كانت الذرات أكثر في جزيئة ما ازدادت صعوبة العمليات الرياضية وكانت مهمة بلورة المادة الكيمائية أصعب في البداية، ونظراً لأن البروتينات تحتوي على ذراتٍ أكثر بعشرات المرات من الجزيئات المفحوصة نموذجيًّا بالتصوير البلوري، فقد زاد ذلك في صعوبة المشكلة عشرات المرات؛ لكن بعض الأشخاص كان لديهم مثابرة أكثر من بقيتنا بعشرات الأضعاف.

في عام ١٩٥٨م وبعد عقود من العمل حدد (ج. س. كيندرو) بنية بروتين الميوغلوبين باستعمال علم البلوريات بالأشعة السينية، أخيراً أظهرتْ لنا تقنية البنية التفصيلية لواحدة من المكونات الأساسية للحياة. وماذا رأوا؟ مرة أخرى تعقيدًا أكبر. قبل تحديد بنية الميوغلوبين كان يعتقد بأنَّ البروتينات ستكون ذاتَ بنية بسيطة ومنتظمة مثل بلورات الملح، لكن عند مشاهدة البنية الملفوفة والمعقدة الشبيهة بالكرة للميوغلوبين تذمر (ماكس بيروتز) "هل يمكن أنْ يكونَ البحثُ عن الحقيقة النهائية يكشف حقًّا عن شيء فظيع جدًّا ويشبه الأحشاء؟" وترعرع الكيميائيون الحيويون منذ ذلك الحين على حبٍّ تعقيدات البنية البروتينية. جعلت التحسينات في الحواسيب والمعدات الأخرى علم البلوريات أكثرَ سهولة اليوم مما كان عليه لكندرو رغم أنَّهُ مازال يتطلبُ جهدًا كبيرا.

بنتيجة عمل الأشعة السينية لكندرو على البروتينات وعمل (واطسون وكريك) –الأكثر شهرة– على الدنا، عرف الكيميائيون الحيويون لأول مرة فعليًّا شكْلَ الجزيئات التي كانوا يعملون عليها. يمكن أنْ تؤرخ بداية الكيمياء الحيوية الحديثة –والتي تقدمت بسرعة كبيرة منذ

ذلك الحين– إلى ذلك الوقت. فاضت التقدمات في الفيزياء والكيمياء أيضًا وأنشأت تآزرًا قويًّا للبحث العلمي في الحياة.

رغْمَ أنَّ علْمَ البلوريات بالأشعة السينية يمْكِنُهُ نظريًّا تحديد بنية كل جزيئات الأشياء الحية، لكن المشاكل العملية حدت من استعماله لعدد صغيرٍ نسبيًّا من البروتينات والأحماض النووية، لكن أدخلت تقنيات جديدة لتكميل علم البلوريات ودعمه. تدعى إحدى التقنيات الهامة لتحديد البنية الطنين المغناطيسي النووي (NMR). مع الـ(NMR) يمكن أنْ تدرس جزيئة حين تكون في محلول ولا يجب أنْ يتمَّ بلورتها بصعوبة. مثل علم البلوريات بالأشعة السينية يمكنُ أنْ تحدد NMR البنية الدقيقة للبروتينات والأحماض النووية. كذلك مثل علم البلوريات، للـ(NMR) قيودها التي تجعلها مفيدةً فقط مع جزء من البروتينات المعروفة؛ لكن علمي البلوريات بالأشعة السينية والـ(NMR) كانا قادرين على إيجاد بنى بروتينات كافية لإعطاء العلماء فهمًا مفصلًا عما تبدو عليه.

عندما استعمل (Leeuwenhoek) مجهرًا لرؤية عثّةٍ صغيرةٍ جدًّا على برغوث صغير، ألهم ذلك (جوناثان سويفت) لكتابة قصيدةٍ قصيرةٍ تتنبأ بقافلة لانهائية من الحشرات الأصغر والأصغر: "وهكذا لاحظ عالم الطبيعة برغوثا لديه براغيث أصغر تقتات عليه، وهذه البراغيث أيضًا لديها حشرات أصغر تعضها، وهكذا نكمل باتجاه اللانهاية".

سويفت كان مخطئًا؛ الإكمال لا يستمر للأبد. في أواخر القرن العشرين نحن في طوفان من الأبحاث عن الحياة والنهاية في مجال الرؤية. الصندوق الأسود الأخير المتبقي كان الخلية، والذي فتح لكشف الجزيئات –أحجار أساس الطبيعة– ولا يمكننا الذهاب أسفل من ذلك. بل إنَّ العمل الذي تمَّ على الإنزيمات والبروتينات الأخرى والأحماض النووية وضح المبادئ عند العمل في المستوى الأساسي للحياة. بقيتْ العديد من التفاصيل بحاجة للملء، وبالتأكيد بقيتْ بعضُ المفاجئات؛ لكن بعكس العلماء الأوائل الذين نظروا إلى سمكة أو قلب أو خلية وتساءلوا ما هي وما الذي يجعلها تعمل، فإنَّ العلماءَ المعاصرين راضين عن أنَّ تأثيرات البروتينات والجزيئات الأخرى تعدُّ تفسيراتٍ كافيةٍ لأسس الحياة. من أرسطْو إلى الكيمياء الحيوية الحديثة، تمَّ تقشيرُ شريحةٍ بعد الأخرى حتى تمَّ فتْحُ الخلية (صندوق داروين الأسود).

قفزات صغيرة قفزات كبيرة

افترضْ خندقًا بعرض ٤ أقدام في حديقتك الخلفية، يستمر هذا الخندق إلى الأفق بالاتجاهين فاصلًا ملكيتك عن ملكية جارك. إذا التقيت به يومًا ما في حديقتك وسألته كيف وصل هنا، لن يكونَ لديك سببٌ لتشكَّ بجوابِ "قفزتُ فوْقَ الخندق". إذا كان الخندق بعرض ٨ أقدام وأعطاك نفس الجواب، ستكون مدهوشًا بقدرته الرياضية وتسأله أنْ يقزَ مجددًا لتشاهده. إذا رفض بدعوى التواء ركبته سيكون لديك شكوك لكنك لنْ تكونَ واثقًا إنْ كان ما يقوله مجرد فبركة. لكن إذا كان الخندق" واديًّا بعرض ١٠٠ قدم فلن تتردد ولو للحظة في تكذيب ادعائه بأنَّه قد قفز من فوق هذا الخندق.

لكن لنفترض أن جارك –شخص ذكي– أثبت صدق ادعاءاته، وقال أنه لم يعبر بقفزة واحدة، بل –كما يصف– يوجد عدد من التلال المنتشرة عبر الأخدود، لا تتعدى المسافة بين الواحدة والأخرى ١٠ أقدام، بمعنى أنه قفز من تلة بالكاد متباعدة عن الأخرى ليصل في النهاية إلى جانبك. وبنظرة عابرة تجاه هذا الخندق، تخبر جارك أنك لا ترى أية تلال! مجرد هوة واسعة تفصل الفناء الخاص بك عن بيته. يوافقك الرأي ولكنه يخبرك بأن الأمر استغرق منه سنوات وسنوات حتى يفعله. خلال تلك الفترة برزت التلال بَيْنَ الفَيْنَةٍ والأُخْرَى في الهوة واستطاع أن يمضي قدما بينما تظهر. وحال تركه للتلة، تنجرف وتتآكل بسرعة كبيرة وتتهاوى تمامًا إلي أسفل الأخدود. ورغم أن الشكوك تحوم حول صحة الأمر برمته، لكن ليس من السهل أن تثبت خطأ ما يقول، لذا؛ تغير الموضوع وتحدثه عن البيسبول.

تلك القصة القصيرة تخبرنا عدة دروس هامة، أولا: أن كلمة "قفزة" قدمت تفسيرًا لكيفية عبور المرء الحاجز، لكن قد يتراوح التفسير من كونه مقنع بشكل كامل إلى كونه غير كاف، اعتمادا علي التفاصيل –كمثل مدى اتساع نطاق الحاجز–. ثانيًا: يمكن أن تلق الرحلات الطويلة قبولا أكبر إذا تم ايضاحها علي انها سلسلة من القفزات الاقصر بدلا عن وثبة واحدة كبيرة. أما ثالثا: في غياب الأدلة على مثل هذه القفزات الصغيرة، يصعب جدًا إثبات صحة أو خطأ شخص يؤكد أن الصخور الموطوءة كانت موجودة في الماضي واختفت بمرور الزمن.

رمزية القفزات عبر الخنادق الضيقة مقابل الأخاديد، يمكن تطبيقها بالطبع على (نظرية التطور). لقد وُظّفَ مصطلح (التطور) لتفسير التغيرات الدقيقة في الكائنات الحية فضلا عن

التغيرات الكبيرة. وغالبا ما تعطى لكليهما مسميات منفصلة. بشكل عام، يصف التطور الصغروي (Microevolution) التغيرات التي يمكن أن تحدث خلال قفزة أو عدة قفزات قليلة، بينما يصف التطور الكبروي (Macroevolution) التغيرات التي تتطلب قفزات كبيرة.

كان اقتراح داروين أن التغيرات الصغيرة نسبيا يمكنها أن تحدث أيضا في الطبيعة تقدما مفاهيميا كبيرا؛ وكان رصد مثل تلك التغيرات تأكيدا يثلج الصدر بشأن صحة حدسه. فقد لاحظ داروين أنواع متشابهة –لكن ليست متطابقة– من طيور الشراشير على جزر جالاباغوس (Galápagos Islands) وقدم تفسيرًا نظريًا مفاده أن تلك الأنواع تنحدر من سلف مشترك. لاحظ مؤخراً علماء من جامعة برنستُن (Princeton) أن متوسط حجم منقار أسراب طير الشرشور يتغير على مدى سنوات قليلة.[٣] وفي وقت سابق تبين أن مجموع أعداد العث داكنة اللون بالمقارنة مع العث فاتحة اللون قد تغيرت بفعل تغير البيئة من السخامية إلي النظيفة. وعلى نحو مماثل، فقد تعددت الطيور التي تم إدخالها لأمريكا الشمالية من قبل المستوطنين الأوروبيين إلى عدة مجموعات متمايزة. وفي العقود الأخيرة، أصبح من الممكن إدراك أدلة للتطور الصغروي علي المستوى الجزيئي. فمثلا، تلك الفيروسات التي تسبب مرض الإيدز تقوم بتحوير معاطفها بغية الإفلات من الجهاز المناعي للإنسان. كذلك تمكنت البكتيريا المسببة للأمراض من العودة على هيئة سلالات طورت من قدرتها على مقاومة المضادات الحيوية. وفي هذا الصدد، يمكن ضرب العديد من الأمثلة الأخرى كثيرة.

وبالمثْل فإنَّ الطيورَ التي أدخلتْ إلى أمريكا الشمالية عن طريق المستوطنين الأوروبيين تنوَّعَتْ إلى العديد من المجموعات المختلفة، أصبح بالإمكانِ في العقود الأخيرة الحصولُ على أدلة للتطور المجهري على الصعيد الجزيئي، على سبيل المثال تغيّر الفيروسات –كالفيروسات التي تسبب مرض الإيدز– من غلافها لكي تتجنبَ النظامَ المناعيَّ البشري، فالبكتيريا المسببةُ للإمراض تعودُ إلينا بسلالاتٍ جديدة تطورت قدرتُها المضادةُ للصادات الحيوية وبالإمكان ذِكْرُ العديد من الأمثلة.

نجحتْ نظريةُ داروين على نطاقٍ ضيّق؛ ولكن مَثلها الآن كمثل لاعبٍ رياضيٍّ يُؤَكِّدُ أنَّ بمقدوره أنْ يقْفزَ فوْقَ حفرةٍ بطول أربعة أقدام؛ أما على مستوى التطورات الكبيرة – القفزات الكبيرة– فإنَّ هذه النظريةَ تثيرُ الشك. اتبع داروين كثيرٌ من الناس في افتراض إمكانية تقسيم التغيرات الكبيرة إلى خطوات صغيرة معقولة عبر فترات طويلة من الزمن. مع ذلك فلا يبدو أنَّ

الدليلَ المقنعَ الذي يدْعم هذا الموقفَ سيظهرُ قريبًا. رغم ذلك وكما هو الحال بالنسبة لقصة الجار عن هضبات متلاشية، فإنَّهُ من الصعب حتى الآن تخمين فيما إذا كانتْ هذه الخطواتُ الصغيرةُ المحيّرةُ المبهمةُ يمكن أنْ توجد.

مع قيام الكيمياء الحيوية الحديثة أصبح في مقدورنا النظرُ إلى أصغر مستويات الحياة. يمكننا الآن عملُ تقييمٍ مطلعٍ حوْلَ ما إذا كانتْ هذه الخطواتُ الصغيرةُ المزعومةُ والضروريةُ لإنشاء تغيراتٍ تطوريةٍ يمكنُ أنْ تكونَ صغيرةً حقًا في أي وقت. في هذا الكتاب سترى أنَّ الأوديةَ التي تفْصِلُ أشكالَ الحياةِ اليوميَّةِ لها نظائرُها من الأودية التي تفصل الأنظمةَ البيولوجيةَ على الصعيد المجهري. كما هو الحالُ بالنسبة للأنماط الكسرية في الرياضيات حيث تتكررُ الفكرةُ الرئيسيةُ حتى عندما ننظرُ إلى مقاييسَ أصغرَ فأصغر، فإنَّ الفجواتِ التي لا يمْكِنُ ردْمُها تحْدُثُ حتى على أصْغر مستويات الحياة.

سلسلة من الأعين

دفعت الكيمياءُ الحيويةُ بنظرية التطور إلى أقصى حدودها وتَمَّ ذلك بفتْحِ الصندوق الأسود الأعظم ألا وهو الخليَّة، والتي سمحَتْ لنا بإدراك طريقة عمل الحياة. إنَّهُ التعقيدُ المذهلُ للبُنَى العضوية تحت الخلوية الذي يجبرنا على طرح السؤال: كيف أمْكَنَ لكلِّ هذا أنْ يتطور؟ ولكي نشعر بوطأة السؤال ونتذوق شيئاً مما هو مخبأ عنا، دعونا ننظرُ إلى إحدى الأمثلة عن الأنظمة البيوكيميائية. لا بُدَّ أنْ يكونَ التفسيرُ لهذا المنشأ مواكباً للعلم المعاصر. دعونا نرى كيْفَ تقدّم تفسيرُ العلم لوظيفة واحدة، ألا وهي الرؤية، منذ القرن التاسع عشر وبعدها فلنسأل كيف لذلك أنْ يؤثِّرَ على مهمتنا في تفسير أصلها.

في القرن التاسع عشر كان تركيبُ العيْن معروفًا بتفاصيله، حيثُ عرفَ العلماءُ أنَّ بؤبؤَ العين يعملُ كمصْراعٍ يسْمَحُ بدخول الضوء الكافي للرؤية أثناء وجود أشعة الشمس الباهرة أو ظلمة الليل الحالكة. تجمع عدسةُ العين هذا الضوء وتركزُهُ على شبكيَّةِ العين لتشكيل صورة واضحة، وتعطيها عضلاتُ العين إمكانيةَ التحرك بسرعة، قد تتسببُ الألوانُ المختلفةُ من الضوء والأطوال الموجية المختلفة في صورة غير واضحة إلَّا أنَّ عدسةَ العين تغيرُ من كثافة سطحها لتصحح هذا الانحراف اللوني. أبْهَرَتْ هذه الوسائلُ المعقدةُ كلَّ شخصٍ على دراية بها. كما علم علماء القرن التاسع عشر أنَّهُ إذا افْتقرَ شخْصٌ ما إلى إحدى سمات العين العديدة

المتكاملة فإنَّ النتيجةَ ستكونُ خسارةً فادحَةً في الرؤية أو العمى التام. وقد استنْتَجُوا أنَّ العينَ يمكنُها العملُ فقطْ إذا كانتْ العينُ سليمةً إلى حدٍّ ما.

علم تشارلز داروين بشأْنِ العيْنِ أيضًا وقد تعامل في كتابه (أصْلِ الأنْواع) مع العديد من الاعتراضات حوْلَ نظرية التطوُّر بواسطة الانتخاب الطبيعي. وناقش مشكلةَ العيْن في فقرة في كتابه معنونة بشكل مناسب بعنوان (أعضاء متقنةٌ جدًّا ومعقدة). في رأي داروين، التطوُّرَ لا يستطيعُ بناءَ عضْوٍ معقَّدٍ في خطوةٍ واحدةٍ أوْ بِضْعِ خطوات. فابتكاراتٌ جذريَّةٌ كالعيْن قد تتطلبُ أجيالًا من المتعضيات (Organisms) لتجميع التغييرات النافعة ببطء في عملية تدريجية.

أدرك داروين أنَّه إذا أمْكنَ لعضْوٍ واحدٍ معقَّدٍ كالعين أنْ يتشكلَ فجأةً في جيل واحد فإنَّ هذا سيكونُ بمثابَةِ المعجزة. ولسوء حظه تبين أنَّ التطوُّرَ التدريجيَّ للعيْن البشرية مستحيلٌ بطريقةٍ ما لوجود العديدِ من المظاهر المعقدَةِ التي بدَتْ غيرَ معتمدةٍ على بعضها البعض. ولكيْ تُصَدَّق نظرية التطوُّرِ بطريقةٍ ما كان على داروين أنْ يُقْنِعَ العامَّةَ بأنَّ الأعضاءَ المعقَّدَةَ يمْكِنُ أنْ تتشكلَ خطوةً بخطوة.

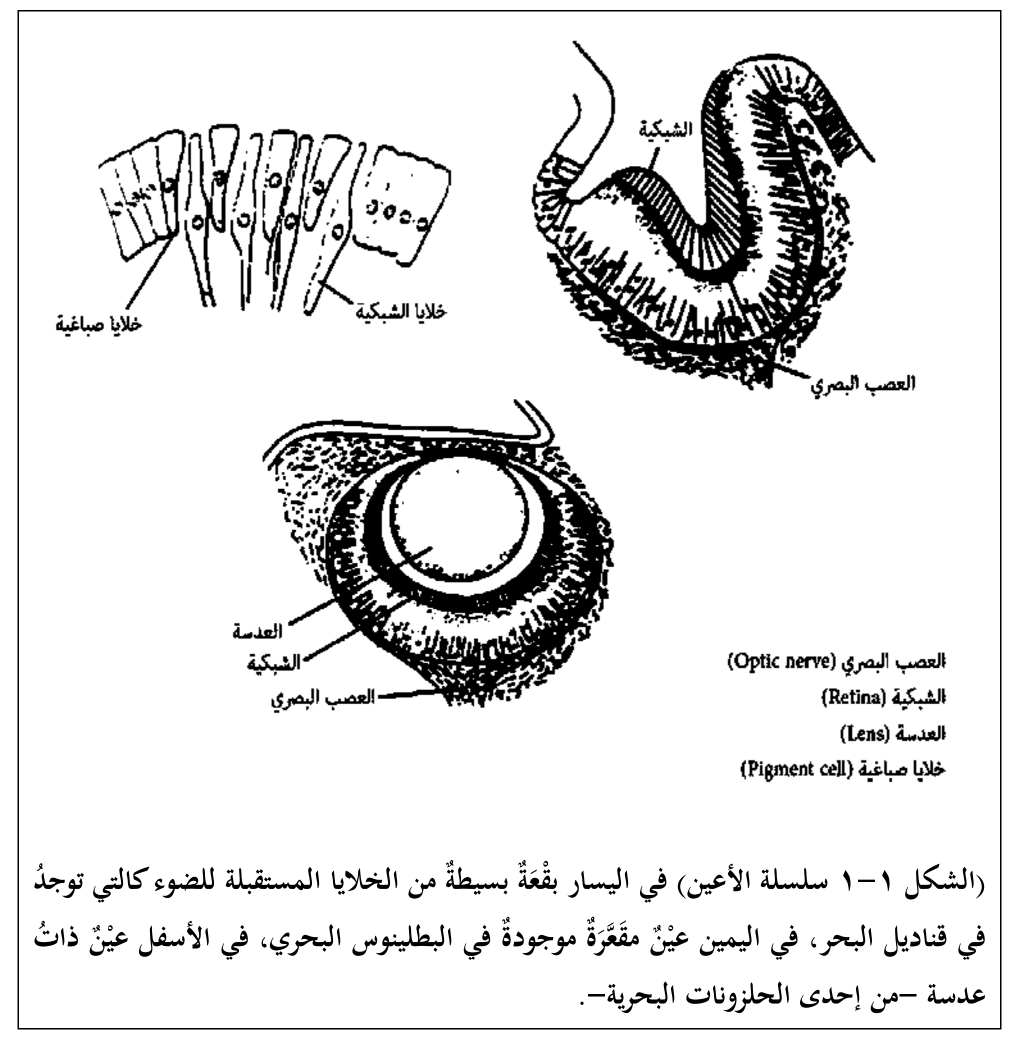
لقد نجح داروين ببراعة. وبذكاء منه لم يحاولْ أنْ يكتشفَ طريقًا حقيقيًّا من الممكن أنْ يكونَ التطوُّرُ قد سلَكَهُ ليشكّلَ عينا بل على العكس أشارَ إلى مختلف أنواع الأعين للحيوانات الحالية –المتراوحة من بسيطة إلى معقدة– واقترحَ بأنَّ تطوُّرَ عيْنِ الإنسان قد تكونُ استدعتْ أعضاءً مشابهةً كمراحل وسطية. (الشكل ١–١)

فيما يلي إعادة صياغة لحجة داروين:

على الرَّغْمِ منْ أنَّ البشرَ يمْتلكونَ أعْيُنًا معقَّدَةً تشبِهُ الكاميرا إلَّا أنَّ العديدَ من الحيوانات تتدبَّرُ أمورَها بما هو أقَلُّ من ذلك. بعضُ الكائنات الدقيقة تمتلكُ فقط مجموعةً بسيطةً من الخلايا الصباغية –ليس أكثر من مجرد بقعة حساسة للضوء–.

بالكاد يمكنُنَا القولُ: نَّ هذا المُكَوِّنَ البسيطَ يمْكِنُهُ أنْ يمْنحَ الرؤيةَ إلَّا أنَّ بإمكانه الإحساسَ بالضوء والعتمة، وهي تلائمُ احتياجات الكائن. تكونُ الأعضاءُ الحساسةُ للضوء لبعض نجوم البحر معقدةً بطريقة ما. فأعينها واقعةٌ في منطقة منخفضة وبما أنَّ انحناءَ هذا الانخفاض يحجبُ الضوْءَ من بعض الجهات، فيستطيعُ الحيوانُ أنْ يسْتشْعرَ الجهةَ التي يأتي

منها الضوء، كما أنَّ إحساسَ العيْنِ بالاتجاه يتحسَّنُ كلما ازدادَتْ درجةُ الانحناء أكثرَ وأكثرَ إلَّا أنَّ زيادَةَ درجة الانحناء تقلِّلُ من كميَّةِ الضوْءِ الذي يدْخُلُ إلى العين وبالتالي تنخفضُ حساسيتها، ولزيادة الحساسية يمْكِنُ وضْعُ مادَّة هلامية في التجويف لتعملَ كعدسة وبعضُ الحيوانات الحالية لها أعْيُنٌ كهذه العدسات الأولية.



(الشكل ١-١ سلسلة الأعين) في اليسار بقْعَةٌ بسيطةٌ من الخلايا المستقبلة للضوء كالتي توجدُ في قناديل البحر، في اليمين عيْنٌ مقَعَّرَةٌ موجودةٌ في البطلينوس البحري، في الأسفل عيْنٌ ذاتُ عدسة –من إحدى الحلزونات البحرية–.

مع التحسين التدريجيِّ يصْبِحُ بإمكان العدسة أنْ تُعْطي صورةً أكثرَ وضوحًا لتلائِمَ متطلبات بيئة الحيوان.

باسْتخْدامِ منطقٍ كهذا اسْتطاعَ داروين إقناعَ قرائه أنَّ أيَّ طريقٍ تطوُّريٍّ يمْكِنُهُ أنْ يؤدي من أبسط بقعة حساسةٍ للضوء إلى عين إنسان معقدة تشبه الكاميرا؛ لكنَّ السؤالَ حوْل كيف

حدثت الرؤية بقي مبهمًا آنذاك. أقنع داروين الكثيرَ من العالم أنَّ العيْنَ الحاليَّةَ تطوَّرَتْ تدريجيًّا من بنية أبسط؛ لكنَّهُ لم يحاولْ أنْ يشْرَحَ من أين أتَتْ نُقْطةُ بدايته –ما هو أصل البقعة الحساسة للضوء–؟ بل على العكس من ذلك صرفَ داروين الأنظارَ عن هذا السؤال حول المنشأ الأولي للعين: "من الصعب أنْ تكونَ معرفة كيف لعَصَبٍ أنْ يُصْبَحَ حساسًا للضوء أكثرَ أهميةً بالنسبة لنا من معرفة أصْلِ الحياة نفسها".[٤]

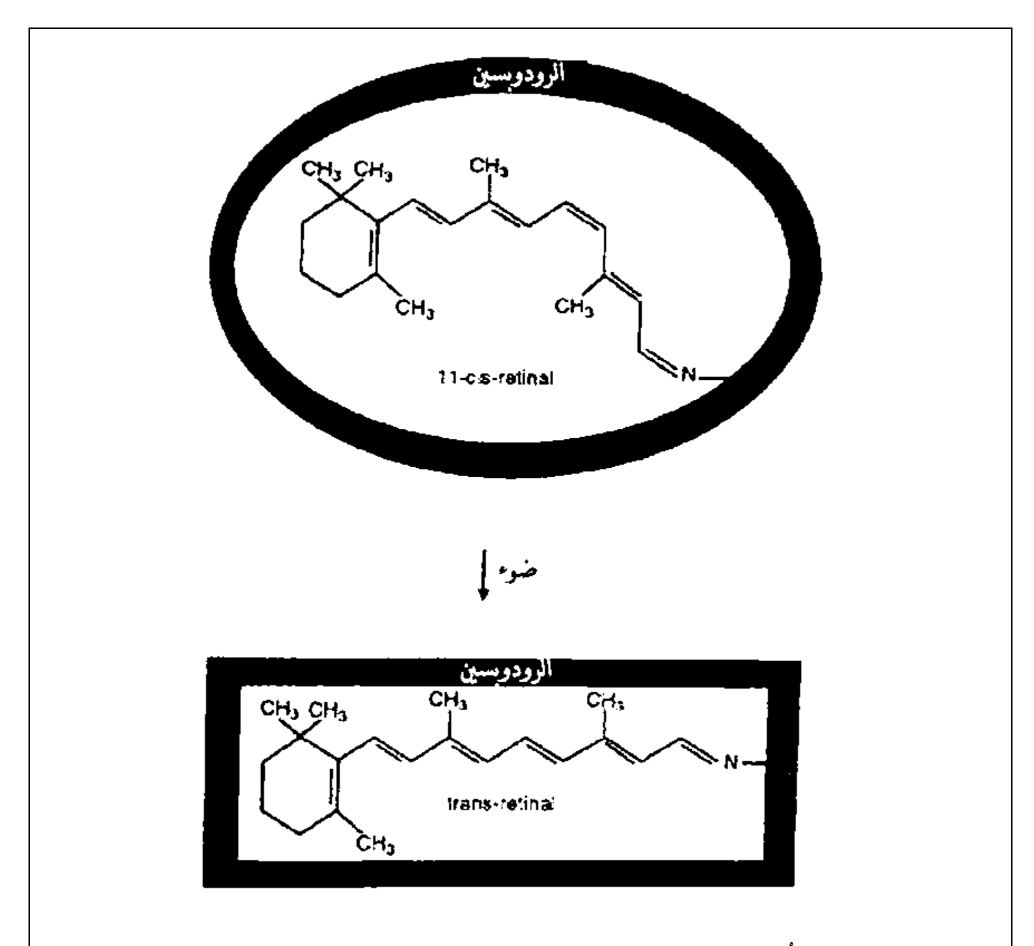
كان لديه سببٌ مقنعٌ لرفض هذا السؤال: لأنَّ هذا السؤالَ كان يفوقُ عِلْمَ القرن التاسع عشر. كيف تعملُ العيْنُ – أي ماذا يحدث عندما يصطدم فوتون ضوئي بشبكية العين–؟ ببساطةٍ لم يكُنْ بالإمكان الإجابةُ على هذا السؤال في ذلك الوقت. في الحقيقة لمْ يكنْ بالإمكان الإجابةُ عن أيِّ سؤال حوْلَ الآليات الأساسية للحياة في ذلك الوقت. كيف يمكن لعضلات الحيوان أنْ تسببَ الحركة؟ كيف يعمل التركيب الضوئي؟ كيف تستخرج الطاقة من الطعام؟ كيف يقاوم الجسم العدوى؟ لم يكن يعرفها أحد.

رؤيا الكيمياء الحيوية

بالنسبة لداروين كانت الرؤيةُ بمثابة صندوق أسود؛ لكنْ بعْدَ العمل الشاق والمتراكم لجهود الكثير من علماء الكيمياء الحيوية فإنَّنا الآن نقتربُ من أجوبة سؤال حاسة البصر، ستزودك الفقرات الخمسُ التالية برسمٍ كيميائيٍّ حيويٍّ عن طريقة عملية العين. ملاحظة: الفقرات التقنية مشار إليها بـ TMعند بداية ونهاية كل فقرة لا تحبط بسبب الأسماء الغريبة للمكونات فهي مجرد مسميات ليست أكثرَ إبهامًا من المكربن –الكاربرتور– أو بأكثر غرابة من دليل استعمال السيارة بالنسبة لشخص يقرأه لأول مرة.

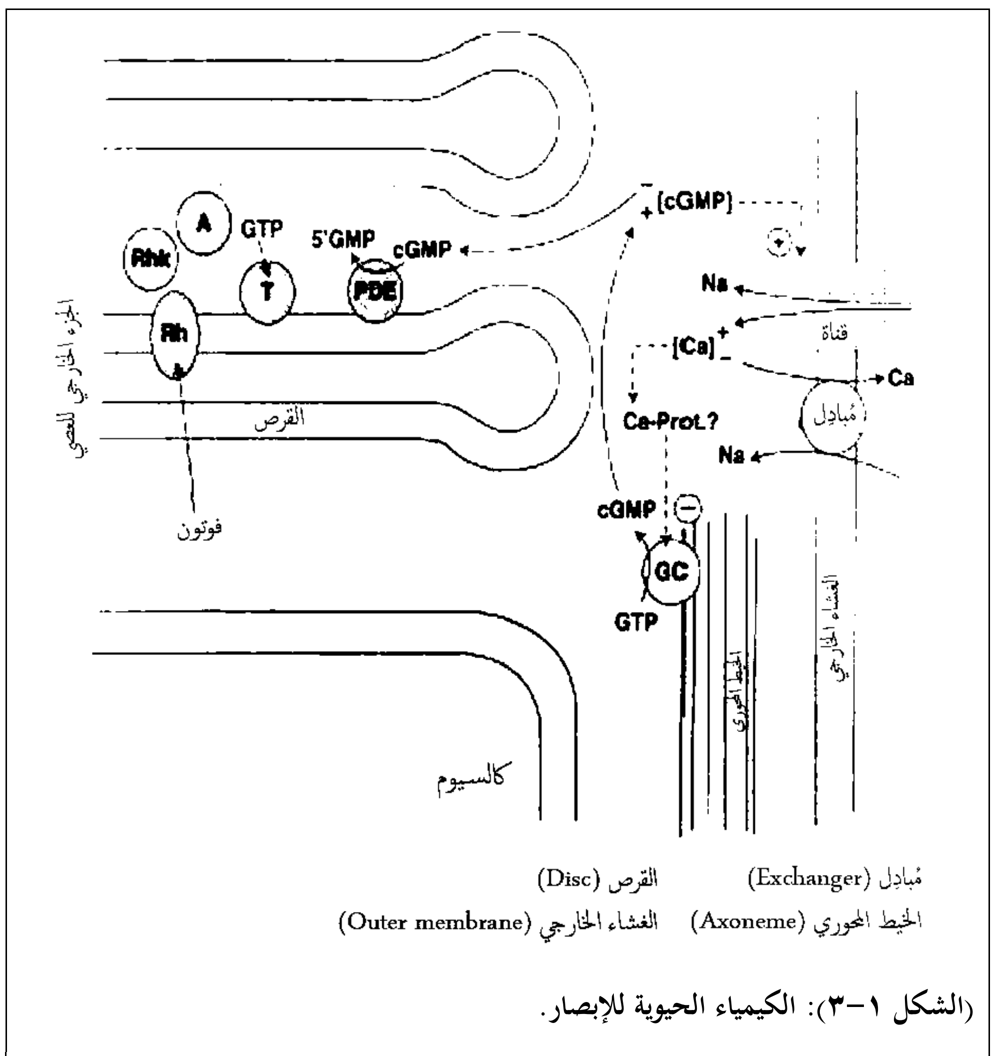
بالنسبة للقراء الذين لديهم شغفٌ بالمزيد من التفاصيل بإمكانهم إيجادُ الكثير من المعلومات في كتب الكيمياء الحيوية الدراسية، أمَّا الآخرون فربَّما يودون التقدم بسرعة أو أنْ ينتقلوا إلى (الشكل ١–٢ و١–٣) للخلاصة.

□ عندما يصطدمُ الضوءُ بالشبكية يتفاعل فوتون مع جزيء يدعى (١١–cis-retinal) الذي يُعادُ ترتيبه خلال بعض بيكوات الثانية إلى trans-retinal –البيكو ثانية هي تقريبًا الوقت الذي يستغرقه الضوءُ ليقطعَ مسافةَ شعْرَةٍ واحدةٍ من الإنسان–.



(الشكل ١-٢): أوَّلُ خطوةٍ في الرؤية. فوتون من الضوء يُسَبِّبُ تغيُّرًا في شكل جزيء عضويٍّ صغيرٍ مما يسبب تغيرًا في شكل بروتين أكبرَ حجمًا يدعى (الرودوبسين rhodopsin) المتصل به. الرسوماتُ الكرتونيةُ التي تجسم بروتين الرودوبسين غيرُ مطابقة للواقع.

إنَّ التغيُّرَ في شكل الجزيء الشبكي يجبر بروتين (الرودوبسين rhodopsin) على أنْ يُغيِّرَ شكلَهُ والذي يكون على ارتباطٍ وثيقٍ بشبكيَّة العين. إنَّ التحوُّلَ البنيويَّ للبروتين يغيِّرُ من سلوكه. لنَدْعهُ الآن (ميتارودوبسين إثنين metarhodopsin II)، يلتصق هذا البروتين ببروتين آخر يدعى (transducing)، قبل انقلابه إلى البروتين (metarhopsin II) يكون الـ(transducing) على ارتباط وثيق بجزيء يدعى (GDP) ولكن عندما يتفاعل هذان البروتينان تزالُ جزيئة الـ(GDP) وترتبط جزيئةً أخرى تدعى (GTP) ببروتين (transducing)—جزيء GTP ذو صلة بجزيء GDP ولكنه مختلف عنه بشكل مهم—.



(الشكل ١–٣): الكيمياء الحيوية للإبصار.

Rh, rhodopsin; Rhk, rhodopsinkinase; A, arrestin; GC, guanylate cyclase; T, transducin ;PDE, phosphodiesterase.

يرتبط الآن المكون (GTP-trancducin-metarhodopsin II) ببروتين يدعى (phosphodiesterase) المتموضع في الغشاء الداخلي للخلية، وعندما يرتبط هذا البروتين مع بروتين (metarhodopsin II) ومكملاته فإنَّه يكْتَسِبُ القدرةَ الكيميائيَّةَ لفَصْلِ جزيء يدعى (cGMP) –وهو قريبٌ كيميائيٌّ للجزيئين GTP و GDP–. في البداية هناك العديدُ من جزيئات الـ(cGMP) في الخلية، لكن الـ(phosphodiesterase) ينْقِصُ من تركيزها، كما يُنْقِصُ سَحْبُ السَّدَّادة من مستوى المياه في حوض الاستحمام.

هنالك بروتين غشائيٌّ آخر يرتبط بـ(cGMP) يدعى القناة الشاردية، والتي تعملُ كبوابةٍ منظمةٍ لعددِ شوارد الصوديوم في الخلية. عادة ما تَسْمَحُ هذه القناةُ بتدفق شوراد الصوديوم إلى داخل الخلية وفي المقابل يقوم بروتين آخر بضخِّها إلى خارج الخلية مرَّةً أخرى بالقوة. يبْقي العملُ الثنائيُّ للقناة الأيونية والمضخة مستوى شوارد الصوديوم في الخلية ضمن نطاق ضيق. عندما تنقص كمية الـ(cGMP) بسبب حصول انْشطار محدث ببواسطة الـ(phosphodiesterase) فإنَّ هذه القناةَ الشارديةَ تغلقُ مما يسبِّبُ نقصًا في التركيز الخلوي لشوراد الصوديوم ذات الشحنة الموجبة مسببةً اختلالًا في توازن الشحنات عبر غشاء الخلية والذي يسبب في النهاية تيارًا يُنقلُ عبر العصب البصري إلى الدماغ، وعندما يُفَسِّرُ المُخُّ الإشارةَ تكون النتيجةُ ما ندعوه بالإبصار.

لو كان هذا التفاعلُ المذكورُ في الأعلى فقطْ هو الوحيد الذي يعملُ في الخلية لاستنفذت ذخيرتها من شوارد الصوديوم والـ(Cgmp) والـ (١١–cis-retinal) بسرعة، فشيءٌ ما يجبُ عليه إيقافُ البروتين الذي يعْمَلُ ويعيدُ الخليَّةَ إلى حالتها الطبيعية وتقوم بهذه الوظيفة بضع آليات:

أولًا: في الظلام تقومُ القناةُ الشارديةُ –بالإضافة إلى شوارد الصوديوم– بالسماح للكالسيوم بالتدفق إلى داخل الخلية ومن ثَمَّ يضُخُّ خارجًا بواسطة بروتين آخر مما يحافظُ على تركيزٍ ثابتٍ للكالسيوم، عندما تهبطُ مستويات الـ cGMP مغلقةً بذلك القناة الشاردية، سينْخَفِضُ تركيزُ شوارد الكالسيوم أيضًا. ويتباطأُ أنزيم الـ(phosphodiesterase) الذي يخرِّبُ الـ(cGMP) عند انْخفاضِ تركيز الكالسيوم.

ثانيًا: يقومُ بروتين يدعى (guanylate cyclase) يقومُ بإعادة اصطناع الـ(cGMP) عندما تبدأُ مستوياتُ الكالسيوم بالانخفاض.

ثالثًا: فيما يتِمُّ كلُّ ذلك يكون بروتين الـ(metarhodopsin II) قد عدّل كيميائيًا بواسطة أنظيم يدعى (rhodopsin kinase)، ومن ثَمَّ يرْتبطُ الردوبسين المعدّلُ ببروتين آخر يدعى (Arrestin)، والذي يمْنَعُ الرودوبسين من تنشيط المزيد من الـ(Transducing). إذًا فالخليةُ تحتوي على آلياتٍ تحدُّ من الإشارة المضخمة التي بدأت بفوتون واحد.

في النهاية ينفصل (Trans-retinal) عن الرودوبسين ويجب إعادة تحويله إلى (١١–-cis retinal) وربطه مرَّةً أخرى بالرودودبسين لكيْ يعودَ إلى نقطة البداية من أجل دورة بصرية أخرى. ولإنجاز ذلك أولًا يعدل الـ Trans-retinal كيميائيًّا بواسطة أنظيم يدعى (-trans retinol) وهو عبارةٌ عن شكْلٍ يحتوي على ذرتيْ هيدروجين إضافيتين، ثُمَّ يقومُ إنْزيمٌ آخر بتحويل الجزيء إلى ١١–cis-retinol. في النهاية يقوم إنزيمٌ ثالثٌ بنزع ذرتي الهيدروجين المضافتيْن سابقًا لكيْ يتشكَّلَ ١١–cis-retinal وتكْتملُ الدورة.

إنَّ الشَّرْحَ السابقَ إنَّما هو مجردُ نظْرَةٍ عامَّةٍ سطحيَّةٍ للكيمياء الحيويَّةِ للرؤية، ففي نهاية المطاف وعلى الرغم من ذلك، هذا هو مستوى التفسيرِ الذي يجْدُرُ بعلْم الأحياء أنْ يسْعى نحوه.

لفهْم أيَّة عمليَّةٍ جيِّدًا يجبُ فهْمُ كلِّ خطوةٍ ذاتِ صلةٍ بالعملية فهماً جيدًا. إن الخطوات ذات الصلة في العمليَّةِ الحيويَّةِ تحدثُ في نهاية المطاف على الصعيد الجزيئي. لذا يجبُ على التفاسير المرضية للظواهرِ الحيويةِ كالإبصار والهضْمِ أو المناعةِ أنْ تتضمنَ تفسيرَها الجزيئي.

الآن وقد فُتِحَ الصندوقُ الأسودُ للرؤية لم يعدْ كافيًا للتفسير التطوري لتلك القوَّةِ (قوة الإبصار) أنْ تؤخذ البنى التشريحيَّةَ فقطْ لكامل العين في الاعتبار، كما فعلَ داروين في القرن التاسع عشر –وكما يستمر مُروِّجو التطوُّرِ بعملهم حتى اليوم–. إنَّ كلَّ الخطوات التشريحية والبنيوية التي اعتقد داروين أنَّها بسيطةٌ تتضمنُ في الواقع عملياتٍ بيوكيميائيةً معقدةً بشكلٍ مذهلٍ لا يمكنُ التحايل عليها بحيل لغوية.

لقد تبيَّنَ الآن أنَّ قفزات داروين المجازيةَ من تلَّةٍ لأخرى في العديد من الحالات ما هي إلَّا قفزاتٌ هائلةٌ بين آلاتٍ مصممةٍ بعناية –مسافات تتطلب استخدام حوَّامة هيلوكبتر لكي تقطعَ الرحلةَ الواحدة–.

ولذا فإنَّ الكيمياءَ الحيويةَ تشكِّلُ تحدِّيًا تافهًا لداروين. كما أنَّ علمَ التشريحِ أبسطُ منها بكثير وذلك بغضِّ النظرِ عن السؤال فيما إذا كان التطوُّرُ قدْ حصلَ على المستوى الجزيئي. فهل تمثلُ الأحفوراتُ سجلاً. لمْ يَعُدِ الأمرُ مهمًا بعد الآن فيما إذا كان هناك فجواتٌ كبيرةٌ في السجل الأحفوري أو فيما إذا كان السجلُ متعاقبًا كتعاقب رؤساء الولايات المتحدة. وإذا ما كان هناك فجواتٌ فلا يَهُمُّ الأمرُ إذا ما كان بالإمكان شرْحها بشكلٍ قابل للتصديق.[٦] فليس

لدى السجلِّ الأحفوريِّ شيءٌ يخبرنا به فيما إذا كان تفاعلُ (ll-cis) الشبكيُّ مع (الرودوبسين transducing ترانسديسين) و(الفوسفودي إستراز phosphodiesterase) يمكن أنْ يتطورَ خطوةً بخطوة. لا النماذج البيولوجيةُ المهمةُ تفعلُ ذلك ولا تلك البيولوجيا السكانيةُ ولا التفسيراتُ التقليديةُ المقدمةُ من نظرية التطوُّر حوْلَ الأعضاء البدائية أو غياب الأنواع. ونحن لا نقولُ بهذا لكيْ يُفْهَمَ منَّا أنَّ الطفراتِ ما هي إلَّا أسطورةٌ أو أنَّ الداروينية قد فشلتْ في شرْحِ أيِّ شيءٍ –فهي تشرحُ التطوَّرَ الصغيرَ بشكلٍ جميلٍ جدا–، أو أنَّ الظواهرَ واسعةَ النطاق كعلْمِ الجينات السكانيِّ لا تهمنا. لا فنحن معنيون بها، فحتى فترة قريبة ومع أنَّ علماءَ البيولوجيا التطوريين قد لا يكونون معنيينَ بالتفاصيل الجزيئيةِ للحياة لأنَّ المعلوماتِ حوْلها قليلةٌ جدًّا فقد تمَّ الآن فتْحُ الصندوقِ الأسودِ للخليَّة وعليْنا شرحُ هذا العالمِ متناهي الصِّغَرِ الذي نقِفُ اليوم أمامه.

الكالفنية CALVINISM

يبدو أنَّ خصائصَ العقل البشريِّ عندما تُبْصرُ صندوقًا أسودَ قيدَ العمَلِ فإنَّها تتخيَّلُ أنَّ محتوياتِه ستكونُ بسيطة. يمكنُنا رؤيةُ مثالٍ جميلٍ في أعْمِدَةِ القصص المصورة Calvin and Hobbes. دائما ما يقفز (Calvin) في صندوقٍ مع دُمْيَة النمر خاصته Hobbes ويسافران في الزمن، أو يحوِّلُ شكْلَهُ transmogrifying إلى أشكالٍ حيوانيةٍ، أو يسْتخْدمُها كنُسْخةٍ مضاعفَةٍ أو استنْساخ نفسه. إنَّ فتًى صغيرًا مثلَ Calvin يتخيَّلُ بسهولةٍ أنَّ الصندوقَ يمْكنُهُ الطيرانُ كطائرةٍ –أو شيءٍ ما– لأنَّ Calvin لا يعلمُ كيف تعْمَلُ الطائرة.

في بعض الحالات يميل العلماء الراشدون إلى الأماني مثلما مال الطفل الصغير Calvin. على سبيل المثال، منْذُ قرونٍ مضتْ كان هناك اعتقاد سائد أن الحشراتِ وباقي الحيوانات الصغيرة تظهرُ بشكلٍ مباشرٍ من بقايا الطعام الفاسد. وقد كان من السهولةِ بمكان أنْ تؤمنَ بذلك الاعتقادِ السائدِ حوْلَ تلك الكائناتُ ذاتُ التركيبِ البسيطِ جدًّا (ظنَّ علماءُ الطبيعة قبل اختراع المجْهَرِ أنَّ الحشراتِ لا تمْتَلِكُ أعضاءً داخليةً). ولكنْ مع تَقَدُّمِ علم البيولوجيا قامتْ التجاربُ الدقيقةُ بإظهار أنَّ الطعامَ المحميَّ لا تتكاثرُ فيه ضروب الحياةِ. إنَّ نظريةَ التولُّدِ العفويِّ أرْجَعَتْ هذا الأمرَ إلى حدودٍ بعيدةٍ عمَّا قدْ يكْشفه العلمُ فعْلًا بشأْنِ ما كان يحصل هنا. في القرن التاسع عشر كان المقصودُ بهذا هو الخلية. عندما نضع (الحليب، البيرة، البول) في عبواتٍ مغلقةٍ لعدَّةِ أيام، فحتى المغلقة بإحكام منها ستتعكر دائمًا لنموِّ شيءٍ فيها.

أظهرتْ مجاهرُ القرن التاسع عشر والثامن عشر أنَّ النُّموَّ كانَ صغيرًا جدا، وهي خلايا حيةٌ كما يبدو، ولذا بَدَا من المعقول أنَّ كائناتٍ بسيطةً يمكنها الظهورُ بشكلٍ عفويٍّ من السوائل.

لقد كان مفتاحُ إقناع الناس هو توصيف الخلية على أنها "بسيطة". إنَّ أحدَ المدافعين الأساسيين عن نظريَّةِ التوالد العفوي في منتصف القرْن التاسع عشر كان (Ernst Haeckel) المعجب الكبير بداروين والمُتلهِّفَ لنشر نظرية التطور. آمن Haeckel من النظرةِ المحدودة للخلايا التي يوفرها المجهر بأنَّ الخليةَ كانتْ "تكتلَ مزيجِ قطعٍ صغيرةٍ بسيطةٍ من الكاربون الألبوميني"[٧] والتي ليستْ بمختلفة كثيرًا عن قطع حلوى الجيلاتين المجهرية. لقد بدَا لـ(Haeckel) أنَّ هذا الشكلَ البسيطَ من الحياة لا يحْمِلُ مكوناتٍ في داخله ويمْكنُ أنْ ينْتَجَ ببساطةٍ عن موادٍ غيرِ حية. بالطَّبْعِ نحنُ الآن نعرفُ أكثرَ من ذلك.

هذه محاكاةٌ صغيرة: إنَّ تصوُّرَ داروين عن الإبصار بالنسبة لفهْمِنا هو كفهمِ (Haeckel) عن أصل الحياة. في كلا الحالتين حاوَلَ كلا العالميْن الشهيريْن من القرن التاسع عشر أنْ يشْرَحَا البيولوجيا الدقيقةَ التي كانتْ مخفيَّةً عنهما، وكلاهما قام بذلك من خلال الافتراض بأنَّ ما داخلَ الصندوق لابُدَّ أنْ يكونَ بسيطا. وقد أثبتَ الزَّمَنُ خطأَهما.

في النصف الأوَّلِ من القرن التاسع عشر لمْ تكنِ العديدُ من فروع البيولوجيا تتواصلُ فيما بينها.[٨] وكنتيجة لذلك فقد طوَّرَ كلٌّ من (علم الجينات، الأجهزة، المستحاثات، التشريح المقارن، علم الجنين) وعلومٍ أخرى وجهةَ نظره حوْلَ معنى التطور. وعلى نحو لا مَفَرَّ منه بدأتْ نظريةُ التطوُّرِ بأخْذِ معانٍ مختلفةٍ طبْقًا للمبادئ المختلفة، ومِنْ ثَمَّ بدأتْ النظرةُ المتماسكةُ للتطور الدارويني بالضياع. مع ذلك، وفي منتصف القرن العشرين، نظَّمَ رُوَّادُ مجالاتٍ عدَّةٍ سلسلةَ لقاءاتٍ من مختلف الاختصاصات لكيْ يوحّدوا وجهاتِ نظرهم في نظريَّةٍ متماسكةٍ مؤسسة على مبادئِ التطور الدارويني. وقد أطلقوا على النتيجةُ التي خرجوا بها (التركيب/التأليف التطوري)[٢]، وسميت النظريةُ بـ (الداروينية الجديدة). وتُعَدُّ الداروينية الجديدةُ أساسَ الفكرة التطورية الحديثة.

إلا أن هناك فرْعٌ واحدٌ من العلوم لمْ يُدع لهذا اللقاء، ولسببٍ وجيهٍ، وهو أنَّه لم يكُنْ قد وُجِدَ بعد. إنَّ بدايةَ الكيمياء الحيوية الحديثة جاءتْ بعْدَ انطلاق الداروينية الجديدة بشكْلٍ

---

[٢] أي أن النظرية الجديد مؤلفة أو مركبة من النماذج التطورية الماضية طمعاً في ردم الفجوات التي كانت تفصلها عن بعض، وأملاً في تقليل مستوى التنافر بين التفسيرات المقدمة من نموذج لآخر. (الشهري)

رسميٍّ. وعليه فكما كان على البيولوجيا أنْ يُعادَ تفسيرها بعد اكتشاف تعقيد الحياة المجهرية، فكذلك يجب إعادةُ النَّظَرِ في الداروينية الجديدة في ضوْءِ التَّقَدُّمِ الحاصل في الكيمياء الحيوية. إنَّ جميعَ قواعد العمل العلمي التي كانتْ جزْءًا من طرْح التركيب التطوُّري غير جزيئية. لكنْ لكيْ تكونَ نظريةُ داروين حوْلَ التطوُّرِ صحيحةً فعليْها أنْ تستندَ إلى البنْيةِ الجزيئية للحياة. هدفُ هذا الكتابِ هو أنْ يُظْهِرَ عدَمَ اعتمادها على ذلك.

الخاتمة

حجة التصميم تصمد لعقد من الزمن

ما زلت على أقوالي ذاتها

الآن جاءَ دوْرُ العلمِ الأساسيِّ للحياة –الكيمياء الحيوية المعاصرة– ليزعجَ الداروينية. كُتِبَتْ هذه الملاحظة تحت عنوان (العبارات القاصرة كبيرة). وعندما كُتبتْ هذه الجملةُ في ختام صندوق داروين الأسود لم أتوقعْ كم سيكون القلق عميقا لدى بعض الناس نتيجة مفهوم التصميم الذكي[1] (ID). واليوم مع تتالي صدور التنديدات العلنية بشكل أسبوعي تقريبًا من الأوساط العلمية وغرف إعداد الأخبار في الجرائد على حدٍّ سواء قد يكون من المبكر وغير الناضج أنْ نعلنَ النصرَ للتصميم الذكي. ولكن مع استمرار عمل التفاعل الثقافي بعد عقد من صدور كتاب (صندوق داروين الأسود) تبقى الحجةُ العلميةُ للتصميم قائمةً وأكبر من أيِّ وقت مضى. رغم كل التقدم الهائل للكيمياء الحيوية في السنوات الماضية ورغم مئات المقالات الناقدة في الدوريات المختلفة من (النيويورك تايمز، نيتشر، المسيحية اليوم، فلسفة العلم، جريدة التعليم العالي)،[1] ورغم المعارضة الشديدة من بعض العلماء المرموقين جدا، رغم ذلك كله تبقى حجة الكتاب لإثبات التصميم قائمة. ولو قُدِّرَ لي تأليف الكتب اليوم فالتعديل الذي سأجريه فقط هو إضافة أسماء أولادي الجدد في قسم الشكر والعرفان (دومينيك وهيلين وجيرارد) إذ لا يمكنني التعديل إلا قليلًا في النص الأصلي، بل هنالك الكثير مما يمكن أنْ أضيفه.

تشكل عشرُ سنوات من عمر العلم الحديث حقبةً كاملةً من الزمن، ولنقيسَ الأمرَ تأمل كيف تطور الإنترنت. ففي منتصف التسعينيات كان الإيميل سيئًا والشبكةُ مجردَ ظلٍّ لما نعرفه اليوم، وفي نفس الفترة من الزمن وحسب بعض المقاييس تطورت الكيمياء الحيوية بمقدار يوازي ما تطورت الإنترنت، فتم نشر تسلسل أول جينوم لكائن حي يعيش بشكل مستقل –بكتريا صغيرة اسمها الإنفلونزا المحبة للدم (هيموفيليس إنفلونزا)– قبل أقل من عشر سنوات بقليل، وبعدها بعام نشر تسلسل أول كائن من حقيقيات النوى –خميرة الخبز–، وإلى الآن تَمَّ تحديدُ تسلسل مئات من الجينومات معظمها لكائنات أحادية الخلية، بما فيها طفيلي الملاريا القاتل وكذلك شريكه في القتل الكائن متعدد الخلايا البعوضة ورز الطعام والكلب صديق الإنسان وأقرب أقرباء الإنسانية الشامبنزي وكذلك الجينوم البشري الذي تم الإعلان عن اكتماله في حفل مشترك بهيج عام ٢٠٠٠م ضم رئيس الولايات المتحدة الأمريكية (بل كلنتون) ورئيس وزراء بريطانيا (طوني بلير).

---

[1]- The New York Times, Nature, Christianity Today, Philosophy of Science, and Chronicle of Higher Education.

وتوازى التقدم في معرفة الجينومات مع التعرف على كيفية عمل آليات الحياة. ونعلم اليوم أنَّ معظمَ البروتينات في الخلية تعمل في فريق مؤلف من ستة أوْ أكثر بدلًا من عملها لوحدها. وقبل عشر سنوات اعتقد أنَّ تنظيمَ نشاط المورثات وظيفة للبروتينات لكن ظهرت الآن فئةٌ جديدةٌ وغيرُ متوقعة من الحموض النووية (micro RNA) أوْ الرنا الصغير تساعد في التحكم في كثير من المورثات. أمَّا الآلياتُ التي تستعملها الخلايا لبناء الأهداب والأسواط البكتيرية التي وصفت في الفصل الرابع فقد كانتْ غيرَ شائعةٍ ومعروفةٍ تقريبا عندما ألف الكتاب أول مرة، واليوم نعلم أنَّها أنظمةٌ خلويةٌ معقدةٌ بشكلٍ مذهلٍ لوحدها تقريبًا كالمعامل الآلية التي تصنع المحركات الخارجية. وباختصار مع تقدم العلم بلا توقف فإنَّ الأساسَ الجزيئيَّ للحياة لا يتجه نحو قدر أقل تعقيدًا مقارنة بالعقد السابق، فهو يزداد تعقيدا بشكل كبير مع مضي الزمن وكلما تعقد أكثر كلما أصبحت حجة التصميم الذكي للحياة أقوى بكثير.

ولأنَّ الهرجَ والمرجَ في سوق الثقافة العامة تمنع المرءَ من الحكم بصفاء على فكرةٍ مختلفٍ عليها، سأقوم على مدى الصفحات القليلة القادمة بتناول بعض الالتباسات التي تحيط بحجة التصميم الذكي، والمتراكمة نتيجة عرض فكرة الكتاب أمامَ الناس المعارضين لها أوْ غير المطلعين عليها في خضم النقاشات الحامية خلال العقد الماضي. ومصدر الالتباس الأكبر جاء من سوء فهْمِ مفهوم التعقيد غير القابل للاختزال وكذلك طبيعة حجة التصميم. وبعد تناول هذه الأمور سأنتقل بشكل مختصر لعرض جديد لبعض الأمثلة البيوكيميائية من الفصل الثالث إلى الفصل السابع لننظر كيف فشلت المعارضة – النظرية الداروينية – في تفسيرها منذ منتصف التسعينيات.

ما المشكلة في الاسم؟

قبل عشر سنوات استعملت تعبير التعقيد غير القابل للاختزال[٢] (IC) لألقي الضوء على مشكلة كبيرة في التطور لمْ يتمّ الالتفاتُ إليها في ذلك الوقت. لأنَّهُ مثل مصيدة الفئران، كل الآليات الجزيئية الرائعة تقريبًا في الخلية تحتاج إلى أجزاء عديدة لتعمل. وبسبب الحاجة إلى أجزاء متعددة من الصعوبة جدًّا أنْ نتصورَ بشكلٍ مقبولٍ كيف يمكن نشوء أنظمة كالأهداب والأسواط البكتيرية وسلسلة تخثر الدم من أنظمة أبسط عبر تعديلات صغيرة ومتوالية ومتراكمة كما تخيل (تشارلز داروين).

قمت بتعريف التعقيد غير القابل للاختزال في (الصفحة ٣٩) بأَنَّهُ نظامٌ مفردٌ يتألف من عدد من الأجزاء المتوافقة والمتفاعلة المساهمة في وظيفة أساسية، وعند إزالة أحد هذه الأجزاء يؤدي ذلك إلى توقف فعلي لوظيفة النظام. أنا عالمٌ ولست فيلسوفًا، فالغاية من التعريف كانت إضاءة صعوبة تجريبية تقف أمام التدرجية الداروينية بخصوص الأنظمة التفاعلية المعقدة ضمن سياق بيولوجي حقيقي، ولم تكنْ غايتي اللعب بالكلمات. ومع هذا قام بعض منتقدي كتاب (صندوق داروين الأسود) بإخفاء المشكلة التطورية الخاصة بالاصطفاء الطبيعي تحت السجادة عبر التقاط مصطلح التعقيد غير القابل للاختزال أو عبر تغيير خفي في صياغة التعريف، وفي الفقرات الثلاث التالية سننظر في ثلاثة أمثلة.

الساعات تولد من الساعات

جادل فيلسوف العلم (روبرت بينوك) عام ١٩٩٩م في كتابه (برج بابل) بأنَّ التعقيدَ غيْرَ القابل للاختزال ليس مشكلةً بالنسبة للداروينية، وكما يفعل الفلاسفةُ عادةً لمْ يركزْ على العلم ولكن على التعريف أوْ على ما اعتبره هو تعريفا:

وإنْ كان النظامُ معقدًا تعقيدًا غير قابلا للاختزال فيما يتعلق بوظيفة أساسية محددة فهذا لا يعني عدم وجود اختلافات قريبة يمكنها أنْ تخدمَ وظائفَ قريبة، ويدعي (بيهي) أَنَّهُ لا يمكن أنْ توجدْ أَيَّةُ مراحل وظيفية متوسطة يمكن للاصطفاء الطبيعي أنْ يصطفيها خلال طريق الوصول إلى نظام غير قابل للاختزال، ولكن بيهي لم يستطع الحصول على النتيجة التجريبية من حجته المفاهيمية –بالتعريف– فالفرض التجريبي القوي الذي يحتاجه خاطئ.[٣]

استبدل بينوك بكل بساطة بمفهومه عن التعقيد غير القابل للاختزال مفهومي. فأنا لم أكتب مطلقاً أنَّهُ لا يوجد أَيَّةُ مراحل وظيفية متوسطة ممكنة يمكن للاصطفاء الطبيعي أن يصطفيها على طريق صنع نظام غير قابل للاختزال. فهذه كلمات بينوك، وعلى العكس من ذلك فقد أشرت في (الصفحة ٤٠) إلى أَنَّهُ رغم أن التعقيد غير القابل للاختزال ينفي وجود طرق مباشرة فإِنَّهُ لا يلغي تلقائيا الطرق غير المباشرة، ولكنني تابعت وحاججت بأن الطرق غير المباشرة ضعيفة الاحتمال وكلما زاد تعقيد النظام كلما كانت الطرق غير المباشرة أقل احتمالية. ولكنني لم أقل: إنَّ الطرق غير المباشرة مستحيلة منطقياً كما أوحى بينوك، وهذا سخيف لا يوجد أي دليل علمي يمكنه أن يثبت أنَّ شيئًا ما مستحيلٌ منطقيًّا لأنَّ الاستحالةَ المنطقية تتعلق فقط بالتناقض

الذاتي للعبارات –أعزب ومتزوج– أكثر مما تتعلق بالأمور الطبيعية –DNA عادة يكون حلزونا مزدوجا–. وكمثال على ذلك فنظرية مركزية الأرض ليست مستحيلةً منطقيًّا بل مجرد نظرية خاطئة، لا يجب على أيَّة نظرية علمية –أو بإمكانها– أنْ تلغي التفسيرات المنافسة عبر إثبات أنَّها مستحيلةٌ منطقيًّا، وهذا الأمر يجري على التصميم الذكي أيضا، تنجح النظريات العلمية عندما تفسر البيانات بشكل أفضل من النظريات المنافسة.

وخلاصة الأمر أنَّ بينوك بنى تعريفه الخاص بالتعقيد غير القابل للاختزال كمغالطة رجل القش –يهاجم فيها الكاتب حجة مختلفة عن حجة الخصم وتكون أضعف– وغايته إضعاف حجة التصميم لتبدو هشة إلى أقصى درجة، وبذلك تزول العقبات من أمام الداروينية. وبتشويه مظهر حجة التصميم لم يجدْ بينوك أيَّةَ حاجة للحديث عن البيولوجيا، بل على العكس من ذلك ذكر في كتابه (برج بابل) مثالا عن الكرونوميتر –ساعة ملاحية– وهو جهازٌ دقيقٌ لقياس الوقت يستعمله البحارة لحساب خطوط الطول في البحر، فلو خربت الساعة الملاحية قليلا استنتج بينوك بأنَّهُ يمكن أنْ يبقى منه ساعة أقل دقة ويفيدنا في ضبط الوقت على اليابسة.

فلو تعطل واحدا أوْ أكثر من هذه –أعمدة التوازن التي على شكل الأثقال والنوابض الحلزونية الأربعة التي يساعد كل منها في تعويض جزء من حركة السفينة– فالساعة لنْ تؤدي وظيفتها المرجوة على السفينة، ولكنها يمكن أنْ تؤدي وظيفةً مختلفةً قليلًا في بيئة مختلفة كما في بحيرة راكدة أو على اليابسة؟[٤]

وهكذا فإنَّ أحدَ الطرق المحتملة منطقياً للحصول على ساعة معقدة هو البدء من ساعة ملاحية دقيقة عبر تعطيلها؟ لا شك أنَّ هذا هو المعنى، كما قال (توماس هكسلي) في سياق آخر: "كم كنتُ غبيًّا لأنني لمْ أفكرْ بهذا"، ولكن كيف نحصل على ساعة ملاحية بداية، حسنا كما ترون يمكننا الانطلاق من ساعة فقط:

لو تصور بيلي Paley –المشهور بمثال الساعة الموجودة صدفة في الحقل– وجود ساعات متوالدة تعمل بطريقة داروينية بحيث تحدث تغيرات عشوائية خلال عملية التوالد، ومع وجود ضغط اصطفائي مناسب قد تتطور هذه الساعات لتحل مشكلة خطوط الطول.[٥]

وهكذا نجد في دوامة المنطق الدائري للفيلسوف أنَّ الساعة الملاحية الأكثر دقة تتعطل فتعطي ساعة أقل دقة، والساعة نفسها بطريقة ما[٦] تؤدي لظهور الساعة الملاحية الأكثر دقة، وهو المطلوب.

ولكن بقي أمرٌ غيرُ واضحٍ ما علاقة أيٍّ من هذه الأمور بالمسائل البيولوجية التي تخص التطور.

تبنى فلاسفة وعلماء الداروينيين كتاب (برج بابل) لمؤلفه بينوك بقوة وقد تم التوصية به رسميا من جهات ليس أقلها الأكاديمية الوطنية للعلوم. والظاهر أنَّ كهنةَ الداروينية لا مانعَ لديهم من المصادقة على أيَّة حجة مهما تكن مضحكةً إنْ كانت تخدم قضية الداروينية.

مصيدة فئران من أعواد تنظيف الأسنان

وعلى خطى روبرت بينوك تحمس عالم بيولوجيا الخلية (كينيث ميلر) في جامعة (بروان) ليثبت أنَّ التعقيد غير القابل للاختزال لا يشكل عقبةً أمام اعتماد التطور الدارويني. وكما فعل بينوك لفق ميلر تعريفَهُ الخاصَّ عن التعقيد غير القابل للاختزال ثم جادل ضده. ولكن بخلاف بينوك فإنَّ ميلر توسع بحريةٍ في تخيل مختلف الأعمال التي يمكن الحصول عليها بعد تفكيك نظام يتصف بتعقيد غير قابل للاختزال. على الأقل حاول بينوك أنْ يحافظَ على الوظيفة الأساسية للنظام الأساسي، فكل من الساعات والساعات الملاحية تضبط الوقت، ولكن ميلر ليس لديه أيَّةُ حدود رادعة. فقد تخيل وجود طلائع داروينية واعدة في كل مكان – أي شيء يمكنه أن يملك وظيفةً بسيطةً كبساطة مثقلة الأوراق أو عود تنظيف الأسنان. أعاد ميلر تعريف التعقيد غير القابل للاختزال ليصبح معناه : لا يمكن لأيِّ جزء من أجزاء نظام غير قابل للاختزال أن يكون له وظيفتُهُ المستقلةُ الخاصةُ عن النظام[٧]. نُشِرت قصة بعنوان (ناقدي نظرية التطور تحت نيران أخطاء التصميم الذكي) كتبتها (شارون بيغلي) من مجلة (وول ستريت جورنال) مستخدمة آراء ميلر كما يلي:

في ١٩٩٦م قدم الكيميائي الحيوي (مايكل بيهي) حجةً أقوى ضد نظرية التطور، وحاجج في كتابه (صندوق داروين الأسود) أنَّ البنى الحيةَ المعقدةَ تملكُ تعقيدًا غير قابلا للاختزال أيْ أنَّها لا تؤدي وظيفتها إلَّا إنْ كانتْ كلُّ أجزائها مركبة معًا كما نجد أنَّ مصيدة الفئران لا تعمل إلَّا عند وجود القاعدة والنابض والعارضة وكل الأجزاء مترابطة، وبالإضافة إلى ذلك فالأجزاء المفردة في البنى المعقدة يفترض أنَّها لا تؤدي أيَّةَ وظيفة [التأكيد الأخير من عندي][٨]

للأسف رغم أنَّ القسمَ الأولَ من الكلام يعبر عن الحجة الحقيقية التي طرحتها فإنَّ العبارةَ التاليةَ التي وضعت تحتها خطًّا هي عبارةٌ مختلقة بالكامل. فهذه الثغرة كتبت عنها بيغلي في

التصميم الذكي هي من اختراع ميلر. وليس من الصعب معرفة لماذا عمد إلى إعادة تعريف التعقيد غير القابل للاختزال بهذه الطريقة: أنَّ الأجزاء المفردة في البنى المعقدة يفترض أنها لا تؤدي أي وظيفة. لأسباب خَطَابية كما فعل بينوك، وهي إضعاف حجة التصميم إلى أقصى درجة ممكنة، يعتقد ميلر أنَّهُ عندما يمكن إثباتُ أنَّ أحدَ أجزاء مصيدة الفئران يمكن استعمالها كثقل للأوراق (وهذا أمرٌ ليس صعبًا لأنَّهُ يمكن استعمال أيِّ شيء لتثقيل الأوراق) فإنَّ أيَّ جزء مفرد يمكن أن يؤدي وظيفة، وسيختفي التعقيد غير القابل للاختزال نتيجة القصور في التعريف وعندها سيتنفس كل الداروينيين الطيبين الصعداء.

لكن لا يوجدُ سببٌ يمنعُ الأجزاءَ المفردةَ من نظام غير قابل للاختزال من القيام بأدوار منفصلة، أو أدوار منفصلة متعددة، وأنا لم أكتب ذلك مطلقا. على العكس فقد كتبت بخصوص التعقيد غير القابل للاختزال "إنَّ إزالةَ أيِّ جزء من الأجزاء سيسبب بفاعلية تعطل وظيفة النظام" – لاحظ النظام وليس الأجزاء. على سبيل المثال يمكن لميلر أنْ يزيلَ عارضةَ التثبيت من مصيدة الفئران ولكن نظام الالتقاط في المصيدة سيتعطل مباشرة، ويمكنه استعمالُ العمود بعد ذلك، فيمكن أنْ يستخدمَهُ كعود تنظيف أسنان، والبقية من المصيدة يمكن استعمالها كمثقل للأوراق ولكن لمْ يبقَ أيّ شيء يمكن استعماله كمصيدة للفئران.[٩] وللتوضيح أكثر فإنَّ قطع الليغو Lego التي يلعب بها الأطفال يمكن استعمال أحدها بشكل منفصل كمثقل للأوراق أو يمكن استعمالها لبناء مختلف الأشياء كسفينة لعبة أو طائرة لعبة أو مصيدة للفئران. ومع ذلك فإنْ كان بالإمكان استعمال القطع لبناء أشياء عديدة فإنَّ مصيدة الفئران المبنية من قطع الليغو بشكل مشابه لما وصفته في الفصل الثاني لنْ تعملَ إلَّا إنْ كانتْ أجزاؤها كلُّها موجودة، وستفشل إنْ أُزيلَ أيُّ جزء من الأجزاء.

فالنظام هو الموصوف بأنَّهُ غيرُ قابل للاختزال وليست الأجزاء. وفق منطق ميلر لا يمكنك أنْ تفرقَ بين كومة قطع عشوائية من الليغو وبين آلة ليغو مصممة بشكل دقيق، فظاهريًّا كلاهما متشابهيْن بالنسبة له.

كتَبتْ بيغلي: "إنَّهُ أشبه ما يكون باكتشاف أنَّ عارضةَ التثبيت من مصيدة الفئران كانت عود تنظيف الأسنان قبل وقت طويل من الالتقاء ببقية الأجزاء لقتل القوارض."[١٠] وهي تعكس هنا قياس ميلر للموضوع، وربما عليها أنْ تقرأَ الفصل الرابع من كتاب صندوق داروين الأسود بتمعن، حيث قلتُ: بناء على مثال البروفسور دوليتل (Doolittle)، يمكننا أنْ نفترضَ طريقًا

يتمُّ فيه بناءُ مصيدة الفئران لأول مرة كالتالي: تظهر المطرقة كنتيجة لمضاعفة عتلتين في مخزننا الخلفي ثُمَّ تتصل المطرقة مع القاعدة، ونتيجة لخلط بعض العيدان الخشبية، يقفز نابض من ساعة الجد القديمة التي كانت تستخدم كجهاز لضبط الوقت، ثم تأتي عارضة التثبيت من قشة تخرج من علبة مياه غازية، ويأتي الملقط من غطاء علبة جعة. ولكن هذا لا يحدث بهذه الطريقة إلّا أنْ يكون أحد ما أو شيء ما يوجه هذه العملية.

طبعاً كنت أكتب هذه الفقرة ساخراً لأنَّني متأكدٌ من أنَّ معظمَ الناس سيدركون سخافة ظهور مصيدة الفئران بطريقة عشوائية، أما ميلر وبيغلي فلا يترددان في الحديث عن ذلك بشكل جدِيٍّ للغاية.

وفي سياقٍ أكثرَ تِقَنية، أعلن ميلر بسرور بالغ أنَّ بعض أجزاء الأنظمة البيوكيميائية غير القابلة للاختزال التي درستها في الكتاب، لها أدوارٌ أخرى في الخلية، مثل البروتينات الهدبية (ciliary) كالتوبلين والدينين (dynein).[١١] ولكنني قد أشرت إلى هذا الأمر بالذات عندما كتبت صندوق داروين الأسود قبل عشر سنوات. ففي الفصل الثالث مثلا: أنَّ النبيبات الدقيقة توجد في كثير من الخلايا وتستخدم عادة كدواعم للبنية تشبه عوارض البناء لتعطي الخلية شكلها [١٢]. بالإضافة إلى ذلك فالبروتينات المحركة لها مشاركة أخرى في وظائف الخلية مثل نقل الحمولة من طرف الخلية إلى طرفها الآخر. وأكدت أيضًا أنَّ هذه الأدوار الأخرى لا تساعدنا في تفسير التعقيد غير القابل للاختزال للهدب: "فإنَّ القصةَ التطوريةَ للهدب يجبُ أنْ يوجدَ في تصورها طريق غير مباشر ربما عبر اعتماد أجزاء قد استخدمت لغايات أخرى لإتمام بناء الهدب، ثُمَّ تابعت بعد ذلك لأبين أن الطرق غير المباشرة غير مقبولة"،[١٣] فإنَّ أعوادَ تنظيف الأسنان لا تفسرُ نشوءَ مصيدة الفئران وكذلك التوبلين والدينين لا يفسران وجود الهدبيات البكترية. لم يعرضْ ميلر نفسهُ أيَّ تفسيرٍ دارويني جدّي بخصوص الهدبيات على الإطلاق، وعوضاً عن ذلك اكتفى بترك حجته تعتمد على أعواد تنظيف الأسنان.

الجزء أ والجزء ب

في مراجعة لكتاب صندوق داروين الأسود –نُشرت في مجلة (مراجعات بوستن) التي تنشرها جامعة (MIT)– رفض البيولوجي التطوري آلين أور Orr من جامعة (روشيستر) فكرة كينيث ميلر عن تحول أعواد تنظيف الأسنان إلى مصيدة فئران رفضاً فورياً، قائلاً: "يمكننا أنْ

نعتقدَ أنَّ أجزاء نظام معقد غير قابل للاختزال تطورت خطوة خطوة لبعض الغايات ثُمَّ تمَّ نقلها بشكل كلي إلى وظيفة جديدة، ولكن هذا أيضا غير محتمل. ربما تأمل أنْ يتحولَ نصف الغاز المنبعث من سيارتك ليساعد فجأة في قسم الوسادة الهوائية. إنَّ مثل هذه الأمور قد تحدث بشكل نادر جدًّا جدًّا، ولكنها لا تقدم حلًّا شاملاً للتعقيد غير القابل للاختزال".(١٤)

مع ذلك رأى أور طريقة بسيطة لتجنب مشكلة التعقيد غير القابل للاختزال: "ولكن خطأ بيهي الهائل أنَّهُ مع رفضه هذه الاحتمالات –إما حادث حظ مناسب غريب أو تطور من أعواد تنظيف الأسنان إلى مصيدة فئران الذي اقترحه كينيث ميلر– استنتج أنَّهُ لا يوجد أيُّ حل دارويني متبق. ولكن يوجد حل وهو: يمكن لنظام معقد غير قابل للاختزال أنْ ينشأ عبر إضافة أجزاء والتي تكون في بدايتها مجرد أجزاء انتهازية تصبح بسبب تغيرات لاحقة أساسية. والمنطق بسيط بعض الأجزاء (ألف) تؤدي عملا ما –ربما ليس عملا جيدا– ثم يأتي لاحقا أجزاء (باء) لأنَّها تساعد (ألف)، وهذا الجزء الجديد ليس أساسيًّا فهو يحسن الأمور فقط، ولكن بعد ذلك قد يتغير (ألف) –أو شيء آخر– وبطريقة ما يصبح (باء) لا غنى عنه، وهذه العملية تستمر لإضافة أجزاء أخرى حتى نصل إلى نظام، وفي نهاية اليوم نجد الكثير من الأجزاء التي قد تكون كلها ضرورية".(١٥)

وهكذا يعتقد أور، بعكس الحجة التي قدمتها أنا، بأنَّ نظاما معقدا تعقيدا غير قابل للاختزال يمكن إنتاجه بالفعل بطريقة مباشرة. قد يملك أور وجهة نظر مقبولة ضمن حدود ضيقة جدا لو حصر نفسه بالتفكير في شيء بسيط جدا ككومة أحجار. فالكومة الأكبر قد تكون تحسينا (لنقُل تعمل كحاجز أكبر) ثُم يصبح ركم الحجارة فوق بعضها البعض مفيدا. ونظرًا لأنَّ إزالةَ حجر من أسفل الكومة قد يسبب انهيار الكومة فقد يقول أحدهم كلمة باردة وهي أنَّ كومةَ الأحجار كانت غيْرَ قابلة للاختزال، ومع ذلك فقد بنيت بالتدريج حجرًا حجرا. ولكن حجة أور المختزلة هذه لا تقول أيَّ شيءٍ على الإطلاق عن الأمثلة القوية التي أوردتها في كتابي، أو عن تلك التي تحدث داخل الخلية، حيث تقوم أجزاء متنوعة مختلفة بالتأثير على بعضها، فهلا حدد لنا الجزء المميز (ألف) الذي يمكن أن يعمل لوحده كمصيدة للفئران أو كسوط بكتيري؟ وما هو الجزء (باء) الذي يمكن أنْ يأتي بعد ذلك ويحسنه؟ ثم كيف فصّل أور دقائق هذا الطريق المتخيل؟ من المذهل أنَّ أور ليس لديه أيّ شيءٍ يقوله عن مصيدة الفئران أوْ عن الأمثلة البيوكيميائية التي أوردتها في صندوق داروين الأسود، ويبدو أنَّ الحلَ الدارويني المتبقي لديه هو الصمت بخصوص التعقيد البيولوجي الحقيقي غير القابل للاختزال.(١٦)

يبدو أن آلان أور، مثل روبرت بينوك وكينيث ميلر، مهموم فقط بإزالة شبح التصميم الذكي عن البيولوجيا أكثر من التعامل بجدية مع المشكلة التي وضحتها بمصطلح التعقيد غير القابل للاختزال. فإذا كان في الإمكان تغطية الحرج ببعض الكلمات المتخيلة من مثل الجزء (ألف) والجزء (باء) فإن هذا يكفي، ولا حاجة لأن نحاول تقديم أيّ تفسير حقيقي. كتبت مراجعة أور الأصلية في ١٩٩٦م وبعد تسع سنوات كتب بحثًا مطولًا في مجلة (ذا نيو يوركر) وأعاد فيه نفس التفسير الافتراضي الغامض.(١٧) انصرمت تسع سنوات من دون أي تقدم. يبدو أنَّ البعضَ لديه الاستعدادُ لدفع هذا الثمن المرتفع بل وأكثر من ذلك ليصرفوا أبصارهم عن رؤية التصميم.

تأكيد الإيجابي

بالإضافة للارتباك حول مفهوم التعقيد غير القابل للاختزال فقد اعترف بعض المراجعين المنزعجين بحيرتهم إزاء الحجة الإيجابية للتصميم الذكي، أو تساءلوا بصوت مرتفع إنْ كان يوجد مثل هذا الأمر. هل الحجة ببساطة كما يتمُّ تصويرُها بشكلٍ ساخرٍ أنَّ ما لا نعرفُ كيفية تفسيره بالداروينية من التعقيد البيولوجي نقوم بسذاجة بالقفز إلى استنتاج التصميم ؟(١٨)

بالطبع لا، فكما كتبت في الفصل التاسع، التصميم يفهم إيجابيًّا من خلال الترتيب الغائي للأجزاء، والنظر في الأنظمة من هذه الناحية. فالأنظمة غير القابلة للاختزال كمصيدة الفئران والسوط البكتيري كلاهما يخدم حجة سلبية ضد التفسيرات التدرجية كالتفسير الدارويني، وكذلك يخدمان كحجة إيجابية لوجود التصميم. الحجة السلبية تقوم على أنَّ مثلَ هذه الأنظمة التفاعلية ترفض التفسير المعتمد على وجود خطوات صغيرة متراكمة كما يتوقع الطريق الدارويني حدوثها. أما الحجةُ الإيجابيةُ فتعتمدُ على أنَّ الأجزاء تبدو مرتبة لتخدم غرضا، وهو بالضبط ما جعلنا نكتشف وجود التصميم.

وسأؤكد الحجة الإيجابية هنا بملاحظات شخص آخر يهتم كثيرا بمظهر التصميم الذكي في الحياة. والبيولوجيا هي دراسة الأشياء المعقدة التي تعطي مظهرا بأنَّها صممت من أجل غاية، هكذا تكلم (ريتشارد دوكنز) على الصفحة الأولى من الفصل الأول من كتابه الكلاسيكي في الدفاع عن الداروينية (صانع الساعات الأعمى). واسمحوا لي أنْ أكررَ يقول دوكنز: إنَّ تعريف البيولوجيا بالضبط هو دراسة الأشياء التي تبدو مصممة. ففي قطعته النثرية الواضحة، يوجز دوكنز إثبات القضية الإيجابية للتصميم في البيولوجيا بشكل بليغ. وبالطبع هي القضية التي

ينوي العمل على تحطيمها. فما الذي يوجد في الكائنات الحية على نحو يجعلها تبدو مصممة حتى لداروني متشدد كدوكنز نفسه؟ إنَّ التصميمَ ليس استنتاجًا تلقائيًّا نطرحه عندما نعجز عن التفكير بأيِّ سبب آخر، أو نبنيه اعتماداً على فيض مشاعرنا الدافئة أمام منظر غروب الشمس جميل، بل هو ما نستنتجه كما يقول دوكنز عندما نتلمس المهندس الداخلي فينا:

"قد نقول عن جسد حي بأنَّهُ مصممٌ جيدًا إنْ كانت صفاته تدلنا على احتمال أنَّ مهندسًا ذكيًّا وعالما قد وضعها لتحقيق غاية معقولة ما، مثل الطيران والسباحة والرؤية، وليس بالضرورة أن نفترض بأنَّ تصميم الجسم أو العضو أفضل ما يمكن أنْ ينجزَهُ المهندس. ولكن يمكن لأيِّ مهندس التعرف على أنَّ جسمًا ما مصمم أو حتى مصمم بالحد الأدنى لتحقيق غاية ويمكنه تقدير ما هي هذه الغاية بمجرد النظر لبنية هذا الجسم.[١٩]

وبعبارةٍ أخرى نستنتج التصميم من الدليل المادي عندما نرى عددًا من العناصر تتجمع معا لتحقق وظيفة يمكن التعرف عليها– ترتيب للأجزاء له غاية.

لا يعترفُ دوكنز على مضض بوجود انطباع ما عن التصميم في الحياة فقط بل يصر على أنَّ مظهرَ التصميم الذي ينسبه للاصطفاء الطبيعي مظهر طاغ: "ومع هذا فإنَّ نتائجَ الاصطفاء الطبيعي تؤثر فينا بعمق عبر مظهر التصميم وكأنها من السيّد صانع الساعات، وتؤثر فينا عبر وهم التصميم والتخطيط"[٢٠]

إن القضية الإيجابية للتصميم في الحياة هي بالضبط ما يراه دوكنز: "(١) تعتمد على ترتيب الأجزاء المادية بحيث تعمل الأجزاء معا لتحقق وظيفة و(٢) هي طاغية، ولأنَّ القضيةَ الإيجابيةَ للتصميم بالفعل طاغية فهي تتطلب تفسيرا أقل بالمقارنة، ومن ناحية أخرى نحتاج إلى انتباه أكثر لتوضيح عجز الطفرات العشوائية والانتخاب الطبيعي وبالأخص على المستوى الجزيئي عن تقديم تفسيرات جيدة للحياة وهي ما يرغب بوجودها عادة (حاشا ريتشارد دوكنز). ولهذا السبب خُصص معظم كتاب (صندوق داروين الأسود) لهذه القضية. مع نهاية الكتاب سنرى أنَّ القليلَ من الأدلة ذات الصلة تبين كيف يمكن للآليات الداروينية تفسير التعقيد العالي للآليات الجزيئية وأن هنالك عقبة بنيوية كبيرة (التعقيد غير القابل للاختزال). كل هذا يمنعنا من أن نعتقد صلاحية الآليات الداروينية لتأدية العمل المطلوب، وأنَّ مظهرَ التصميم على المستوى الجزيئي أكثر روعة منه على المستوى الأكبر للبيولوجيا.

وهنا مرة أخرى نقول عن التصميم باختصار: (١) نستنبط وجود التصميم كلما كانت الأجزاء تبدو مرتبة لإنجاز وظيفة، (٢) إنَّ قوةَ الاستنباط كميةٌ وتعتمد على الدليل، فكلما كانت الأجزاء أكثرَ وكلما كانت الوظيفة أكثرَ تعقيدًا ودقة يكون استنتاج التصميم أقوى، ومع توفر دليل كافٍ تكون ثقتنا بالتصميم قد قاربت اليقين. فإن تعثرنا بساعة أثناء مشينا على مرج عشبي (فضلا عن ساعة ملاّحية) فلن يشكَّ أحد –كما قال بيلي محقا– بأنَّ الساعةَ مصممة. سنكون واثقين بهذا الأمر ثقتنا بأيِّ شيءٍ في الطبيعة. (٣) مناحي الحياة تغمرنا بمظاهر التصميم (٤) ونظرا لأنَّنا لا نملك تفسيرا مقنعا آخر لهذا المظهر القوي للتصميم بالرغم من الذرائع الداروينية، فنملك المبرر المنطقي كاملا لنستنتج أنَّ أجزاء الحياة تلك قد صممت لغاية من قبل فاعل حكيم.

وهنالك نقطة حساسة يتم تجاهلها وهي أنَّ المظهرَ الطاغي للتصميم يؤثر بقوة على عبء الإثبات: فغلبة مظهر التصميم تجعل عبء الإثبات على من ينكر وجود الدليل الماثل أمام عينيه. على سبيل المثال، الإنسانَ الذي خمن أنَّ التماثيل على جزيرة إيستر آيلاند أوْ الصور التي على قمة (رشمور) جاءت نتيجة قوى غير عاقلة يقع عليه العبء الأكبر لإثبات هذا الادعاء. وفي هذه الأمثلة فإنَّ الدليلَ الإيجابي على التصميم موجود ليراه الجميع في الترتيب الغائي للأجزاء التي أنتجت الصور. وأيَّ دليل حدسي للادعاء بأنَّ الصورَ كانتْ نتيجة لعمليات غير عاقلة –ربما الحت الطبيعي الذي شكلها من قوى نظرية عشوائية فارغة من المعنى– عليه أنْ يبين بشكل واضح أنَّ هذه العملية غير العاقلة المفترضة يمكنها أنْ تؤدي هذا العمل، وفي غياب هذا الشرح الواضح فيحق لأيّ شخصٍ منطقيًّا تفضيل التصميم.

أعتقد أن هذه العوامل تفسر لدرجة كبيرة، رغم الذهول الكبير من البيولوجيين الداروينيين، لماذا يرفض معظم الجمهور العمليات غير العاقلة لتفسير الحياة. فالناس يدركون المظهر القوي للتصميم في الحياة ولا يتأثرون بالحجج والأمثلة الداروينية ويصلون إلى استنتاجاتهم الخاصة، شكرا كثيراً لكم. من دون دليل مقنع قوي على أنَّ داروين قد أتقن اللعبة، يغدو موقف الجمهور في تبنّيه للتصميم عقلانياً تماما.[٢١]

ما زالوا يخمنون بعد كل هذه السنوات

لقد تم في العقد الماضي التنديد بشدة بكتاب (صندوق داروين الأسود) في الأوساط العلمية الرسمية. فلا يكاد يوجد أيّ مجلس لجمعية علمية مهنية لم يُصدرْ طلبًا عاجلًا لأعضائها مناشدًا المساعدة في وقف انتشار تلك الفكرة الخبيثة التي تدعى بالتصميم الذكي للحياة.[٢٢] إذ يملك جزء كبير من الوسط العلمي حافزا قويا للطعن في التصميم، وبالطبع فإنَّ أفضلَ طريقة شرعية للطعن في التصميم تكون ببيان أنَّ العمليات الداروينية يمكنها حقًا القيام بما يدعيه مناصروها ألا وهو تفسير التعقيد الوظيفي للأساس الجزيئي للحياة. ولكن رغم كل هذا ورغم وجود الدافع الملح ورغم حدوث كل التقدم الهائل في الكيمياء الحيوية في العقد الماضي الذي يصف كيفية عمل الحياة، نفتقد أيَّة محاولات جادة لتقديم تفسير بالمصطلحات الداروينية للأمثلة المطروحة في كتاب صندوق داروين الأسود – كل ما هنالك مزيدا من القصص التخمينية الأخرى. رغم أنَّ المعجبينَ بداروين على الإنترنت شغلوا بطرح الكثير من حالات التطور الانتقالي فإنَّ التفسيرات الداروينية الجادة يجب أنْ تنشرَ في المجلات العلمية ولننظر فقط إلى عدة ورقات بحثية نشرت مؤخرا في مجلات تناقش أمثلة من (الفصل ٣ إلى فصل ٧)، المثال الأول لنظام غير قابل للاختزال تم مناقشته في الفصل الثالث وهو الهدب البكتيري، فهو آلة جزيئية دقيقة لدرجة بالغة تحوي مئات من الأجزاء البروتينة، نشر في ١٩٩٦م بضعة أوراق بحثية لتفسير الهدب الجرثومي بمصطلحات تطورية بسيطة جدا، ومع ذلك فإنَّ تفسيرًا داروينيًّا جديًّا لهذه الآلة الرائعة – تفسير يسعى حقا للإجابة عن تساؤل كيف يمكن أن تتطور مثل هذه الآلة– عليه أنْ يتعامل مع الكثير من التفاصيل الدقيقة التي تسمح للهدب بالعمل، ويبين كيف يمكن أنْ يأتي كل تفصيل منها باحتمالية معقولة عبر طفرة عشوائية وانتخاب طبيعي، ومع كل خطوة تطفرية صغيرة تأتي لتحسين الخطوة السابقة، دون التسبب بأي مشاكل إضافية تُنقص من قيمة وجودها، ودون الانحراف إلى بنى مؤقتة انتهازية ذات نهاية مسدودة، وهذا سيستغرق جهدًا لإثبات كيف يمكن أن تكون تطورت هذه البنية يعادل الجهد الذي بذل لمعرفة كيفية عملها بداية. وعلى أقل التقدير نتوقع مئات الأوراق البحثية –نظرية وتجريبية– الكثير من المراجعات والكتب واللقاءات وغيرها تخصص كلها لمسألة كيف يمكن لبنى دقيقة جدًّا مثل هذه أنْ تطور بأسلوب دارويني.

تقدم المجتمع العلمي في العقد الماضي تقدمًا كبيرًا في معرفة كيف يعمل الهدب الجرثومي بما في ذلك دوره غير المتوقع في المرض.[٢٣] ولكن في هذه السنوات نفسها حتى مع تحديد تسلسل الجينومات تترا وراء بعضها البعض ورغم اكتشاف تفاصيل تعقيد مستويات أخرى في الخلية، لم يتمَّ تطوير أيَّة مقاربة ولو بعيدة لتفسير تطوري لنشوء الهدب البكتري، فبقيت الداروينية ميتة في الماء وأسرع طريق لتوضيح هذه النقطة أنْ ننظرَ في عنوان ورقة بحثية صدرت مؤخرا عن الهدب البكتيري: "تخمينات عن تطور العضيات ٩+٢ ودور الزوج المركزي للنبيبات الدقيقة" –تم إضافة التأكيد هنا ولاحقا– وبعبارة أخرى تخمين أكثر لفتًا للانتباه وحدس أكثر افتنانًا وهذا لم يكن قليل الوجود في الأوساط الداروينية. وخلاصة الورقة البحثية تُظهر الدور المحوري للمخيلة في هذه القصة:

التطورات الأخيرة ..تقترح بأنَّ هذه العضيات قد تكون خدمت أدوارًا متعددةً في الخلايا حقيقية النوى الأولى، و نخمن بأنَّ الأهدابَ البدائيةَ كانت المحددات الأولية لاستقطاب الخلية ووجهت الحركة في الخلايا حقيقة النوى الأولى، ونعتقد أنَّ إضافة جهازٍ مركزيٍّ لا متناظر قدم تحكما توجيهيًّا معدلا، وتقدم هذه الورقة خطوات مفترضة لهذه العملية التطورية وأمثلة لدعم هذه الافتراضات.[٢٤]

لا تظهر كلمة اصطفاء في أيِّ مكان من الورقة البحثية فضلا عن عبارة (اصطفاء طبيعي) وكذلك لا تظهر كلمة طفرة فضلا عن عبارة (طفرة عشوائية) بل حتى لم يذكر أيَّةَ طفرة محددة، إنَّ كل العلوم تبدأ من التخمين أمّا الداروينية بالذات فتنتهي بشكل متكرر عنده.[٢٥]

المحاور الداروينية الثلاثة

إنَّ وضعَ الأمثلة الأخرى المذكورة في كتاب صندوق داروين مشابه تقريبًا لحالة الهدب الجرثومي. فالسوط البكتيري بمظهره الميكانيكي المذهل –كما يشاهد في مقدمة الكتاب– ربما أصبح التوضيح الأكثر تميزًا لحجة التصميم، وقد راجعه البيوكيميائي المرموق (روبرت ماكناب) من جامعة (يال) في مجلة المراجعة السنوية للميكروبيولوجيا، ولكن في المقال المؤلف من (٧٠٠٠ كلمة) لم يذكر كلمة التطوُّر أوْ أيًّا من مشتقاتها إلَّا مرة واحدة في الجملة الختامية. وعلق ماكناب مشيرا إلى السوط البكتيري وبنية أخرى اسمها نظام الإفراز من النوع الثالث (TTSS) والذي يشبه بوجه ما السوط البكتيري: "من الواضح أنَّ الطبيعة قد وجدت استعمالين لهذا النوع المعقد من الجهاز أما كيف تطورا فهو أمر آخر –التأكيد تم إضافته–

رغم أنَّهُ قد افترض أنَّ السوط البكتيري هو الجهاز الأقدم."[٢٦] إنَّ تعبير (الانتخاب الطبيعي) لم يظهر على الإطلاق في المقال.

إنَّ اكتشاف كوْن السوط البكتيري أكثر تعقيدا مما افتُرض بداية، وأنَّهُ يحوي آلية ضخ بروتين معقدة وغير متوقعة، وأنَّ البُنى المشابهة لمضخة البروتين قد توجد بشكل مستقل، قد أفرح قليلا قلوب الداروينيين. والتفاؤل البريء اعتمد على إعادة التعريف الخطابي من (كينيث ميلر) للتعقيد غير القابل للاختزال والذي ألزم بنصه الخاص بأنَّ الأجزاء من أنظمة معقدة غير قابلة للاختزال لا يمكن أنْ يكونَ لها أيَّةُ وظيفة أخرى، ونظرًا لأنَّ مجموعة فرعية من السوط البكتيري تبدو كجزء من جملة (TTSS) فإنَّ هذا يخرق قول ميلر المأثور مما أسعد بعض الداروينيين غير المتعمقين بالتفكير.

ولكن كما أشرت قبل قليل لا يوجد سبب لعدم امتلاك الأجزاء أو التركيبات الفرعية من أنظمة معقدة غير قابلة للاختزال لوظيفة أخرى أو أكثر، واللعب بالكلمات لا يمكن أن يغطي على التفسير الحقيقي. لم يتم التحقق الدقيق ضمن إطار دارويني لنظام (TTSS) أو للسوط البكتيري أو لأيَّةِ انتقالات بينها في أيَّةِ نشرة علمية احترافية. وأفضلُ ما يمكنُ أنْ نراهُ يوجد في ورقة بحثية صدرت مؤخرا (المعلوماتية الحيوية وعلم الجينومات والتطور لأنظمة الإفراز النمط الثالث غير السوطية: وجهة نظر داروينية)[٢٧]، وفيها نجد ما يلي: "نظام إفراز النمط الثالث مضخة جزيئية مهندسة بدقة -تم إضافة التأكيد- تسخر حلمهة جزيئات (ATP) لنقل البروتينات من السيتوبلازما البكتيري عبر الغشائين الداخلي والخارجي وعبر الجبلة المحيطية أو (البيربلازما Periplasma)."

ولكن ما فحصته الورقة هو ببساطة بيانات تسلسل (DNA) التي حددت في مشاريع تحديد تسلسل الجينوم، رغم أنها قد تؤدي إلى رؤية جيدة كما شرحت في الفصل الثامن، ولكن لا يتبين لنا من مقارنة التسلسل مبدئياً هل ظهرت البنية عبر طفرة عشوائية وانتخاب طبيعي. فالبيانات كما نعلم يتم النظر إليها "في ضوء ثلاثة محاور داروينية: (١) أمور التطور، (٢) أمور التغير، (٣) توقع عدم الاكتمال." -التأكيد من الأصل- أقوال لا معنى وراءها وليست بيانات ولا يمكن للعلم أن يتقدم عندما يلتبس عليه الأمر بين الاثنين.

في الفصل السادس من صندوق داروين الأسود يوجد شرح عن النظام المناعي الدقيق والتحديات التي يضعها أمام الإطار الدارويني للتفسير. وفي ٢٠٠٥م ظهرت ورقة بحثية بعنوان

واعد (ارتقاء نظام مناعة يعتمد الأضداد عبر تطور تدريجي)،[٢٨] وبغض النظر عن أيِّ أمر مثير يمكن أن تخمنه هذه الورقة بشأن التطور التدريجي، فإنها لا تتحدث عن أيِّ شيء في التطور الدارويني.[٢٩] وحقيقة لم يظهرْ اسم داروين أو أيًّا من مشتقاته في هذه الورقة ولم يظهر تعبير (الاصطفاء الطبيعي) واستعمل الاصطفاء مرة واحدة والطفرة ظهرت مرتين، ولكن الطفرتين المتخيلتين لم تحددا، والكلمات التي ظهرت بشكل مكرر (محتمل، تصور، ربما، لعله) وغيرها. وفي نهاية الورقة البحثية اقترح المؤلفون إجراء عدة تجارب في وقت لم يحدد في المستقبل، وإلَّا فإنَّ قصتهم التي وضعوها كما يقولون: "تبقى بشكل يائس في مجال التخمينات المحضة". بعبارة أخرى فإنَّ المؤلفين أنفسهم يعترفون بأنَّ ورقتهم تخمينية. يمكن لكل التفسيرات العلمية أن تبدأ بالتخمين ولكن لا يمكنها أن تنتهي إليه.

تم مناقشة تسلسل تفاعلات التخثر في الفصل الرابع وفي ٢٠٠٣ نشر روسل دوليتل مع شركاءه ورقة بحثية بعنوان "تطور تخثر الدم عند الفقاريات كما يشاهد بالمقارنة بين جينوم سمكة (الينفوخ puffer) وجينوم (بخاخ البحر sea squirt). وكما يشير العنوان فهي تقارن ببساطة بين الجينومات وكما أشرت في الفصل الرابع قبل عشر سنوات إنَّ مقارنة التسلسلات تعطي صورة عامة مهمة عن أي البروتينات جاء أولًا أمْ ثانيًا وما هو البروتين الذي يرتبط بغيره. ولكن لا يمكن لهذه المقارنات حتى مجرد إخبارنا بداية ما هي العملية التي تقود هذا. وظهرت ورقة بحثية أخرى في العام نفسه بعنوان جاذب (التطور الجزيئي لشبكة تخثر الدم في الفقاريات)،[٣٠] وكانت مجرد تمرينٍ في مقارنات التسلسلات مع فقرات من التخمينات.

ولا زال الوضع اليوم كما هو دون تغير من عشر سنوات كما كتبت في الفصل الثامن:

لا يوجد إصدار في الأدبيات العلمية –المجلات المحترمة والمجلات المتخصصة أوْ الكتب– ما يصف كيف يتم التطور الجزيئي لأي نظام كيميائي حيوي معقد حقيقي حدث أو قد يحدث. هنالك بعض التأكيدات بأن هذا التطور قد حدث ولكن لا يدعمها أي تجارب أو حسابات وثيقة الصلة.

السؤال الختامي

إنَّ الأوراقَ البحثيةَ التي عرضتها هنا عن أنظمة الهدب البكتيري والسوط البكتيري وتخثر الدم ونظام المناعة هي أفضل أعمال الداروينيين عن نشوء الآلية الجزيئية المعقدة، مما توفر من ١٩٩٦م في الأدبيات العلمية. وفي المقالات الصادرة مؤخرًا التي تستهدف الجمهور العام يتم السخرية من حجة التصميم ويتم التخلي بسهولة عن السؤال الحاسم: ما هو الدليل على قوة الانتخاب الطبيعي؟.[٣١] وفي عام ٢٠٠٥م كتب البيولوجي التطوري (جيري كوين) من جامعة شيكاغو مقالا من (١٤٠٠٠ كلمة) بعنوان (القضية ضد التصميم الذكي) لمجلة (الجمهورية الجديدة) وشرّق كوين في المقال وغرّب من محكمة القرد وسكوبيز إلى استعمال كلمة نظرية في العلم إلى (هنري موريس) ومعهد الأبحاث الخلقية إلى طائر الكيوي الذي لا يطير في نيوزيلاند وفي مجمل تلك المساحة خصص جملتين فقط للسؤال الحاسم، الدليل على قوة الطفرة العشوائية والانتخاب الطبيعي: "رأى البيولوجيون الآن مئات من حالات الانتخاب الطبيعي تبدأ من الأمثلة المعروفة عن مقاومة البكتيريا للصادات إلى مقاومة الحشرات للمبيد (د.د.ت) ومقاومة فيروس الإيدز للأدوية المضادة الفيروسية، الانتخاب الطبيعي يفسر مقاومة السمك والفئران للمفترسين عبر اعتماد تمويه أكبر، وتأقلم النباتات مع المعادن السامة في التربة.[٣٢]

ولكن مقاومة الصادات ومقاومة د.د.ت ومقاومة فيروس الإيدز كلها معروفة منذ عقود، فكل أمثلة كوين معروفة قبل صدور صندوق داروين الأسود لأول مرة، وكلها تشمل تغيرات جزيئية بسيطة وصغيرة ولا يساعدُ أيًّا منها لتفسير أيِّ مثال من الأمثلة التي طرحها الكتاب، ومع كل تلك المساحة لا زال الكاتب يتجنب الخوض في الجدل الحقيقي حول التصميم الذكي، فما الذي يقوله الأستاذ كوين حول الآليات الجزيئية المعقدة؟ حسنًا بالتأكيد يعترف مترددا: "لا شك أنَّ كثيرًا من الأنظمة الكيميائية الحيوية معقدة بشكل بالغ" ولكن لا تقفز إلى استنتاجات، فالبيولوجيين قد بدؤوا بتقديم سيناريوهات مقبولة لكيفية احتمال تطور سبل الكيميائية الحيوية المعقدة تعقيدا غير قابل للاختزال –تم إضافة التأكيد–.

تشمل "السيناريوهات المقبولة" ما ذكرته في الأوراق البحثية التي أوردتها قبل قليل من مثل الهدب والسوط البكتيري والجهاز المناعي. في مراجعة كتاب (صندوق داروين الأسود) بعد

صدوره ١٩٩٦م صرح (جيمس شابيرو) عالم الميكروبيولوجيا من جامعة شيكاغو: "لا يوجد أيَّةُ تفسيرات داروينية مفصلة لتطور أيّ نظام خلوي أو كيميائي حيوي أساسي. ما يوجد فقط أنواع من التخمينات تقودها الرغبة"(٣٣). ولم يتغيرْ أيُّ شيء بعد عشر سنوات، سمها إنْ شئتَ تخميناتٍ مرغوبة أوْ سمها سيناريوهات مقبولةً ، كلا التعبيرين يجمع بينهما قاسم الافتقار إلى أجوبة حقيقية.

الإمكانات المستقبلية

إنَّ الإمكانات المستقبليةَ للتصميم الذكي ممتازةٌ لأنَّها لا تعتمد على تفضيلات أيِّ شخصٍ أو مجموعة بل على البيانات. فصعود فرضية التصميم الذكي لا تعود إلى أيِّ شيء كتبته أو قلته أنا أو غيري، ولكن تعود إلى التقدم الكبير للعلم في فهم الحياة. ففي أيام داروين كانت الخلية تعتبر بسيطة جداً لدرجة أنَّ علماءَ الصف الأول أمثال (توماس هكسلي وإرنست هيكل) كانوا يعتقدون بنشوئها بشكل تلقائي من طين البحر وهذا أمرٌ يتوافقُ مع الداروينية. وقبل خمسين عامًا كان أسهل علينا بكثير أنْ نعتقدَ أنَّ التطورَ الدارويني يمكنُ أنْ يفسرَ أصْلَ الحياة بسبب جهلنا بالكثير من الأمور. ولكن مع تقدم العلم ووضوح التعقيد المذهل للخلية حظيت فكرة التصميم الذكي بقبول أكثر. فاستنتاج التصميم الذكي يقوى مع كل اكتشاف جديد لآلة أو نظام جزيئي معقد يكتشفه العلم في أساس الحياة، في ١٩٩٦م بدأت تتوضح هذه الروعة وفي السنوات الأخيرة ازدادت ولا يوجدُ أيُّ سبب لنتوقع أنْ تقلَّ هذه الروعة في وقت قريب.

إنَّها حقيقةٌ قاسيةٌ لهم أنْ تكونَ قضيةُ التصميم الذكي تزداد قوة. ولكن في موضوع مستقل وأكثر أهمية وهو ما يخص ردة فعل الناس على التصميم الذكي، كيف ستقيم فكرة التصميم الذكي من قبل الجمهور ومن قبل المجتمع العلمي في السنوات القادمة؟

إنَّ هذا سؤال يخص علم الاجتماع وعلم السياسة أكثر مما يخص العلم.

فرغم عدم موافقة المقالات الصحفية على ذلك فإنَّ استطلاعات الرأي تؤكد أنَّ معظمَ الجمهور يعتقد بوجود التصميم.

ومن ناحية أخرى يعتمد الوسط العلمي وبسبب تنشئته على الداروينية على التفكير بشكل حصري بالمصطلحات الداروينية ولكن مع هذا يبدو أنَّ هنالك مرات يحدث فيها تغيير. ففي مقال إخباري في مجلة (نيتشر) عن لقاء يقام عبر الدعوة الشخصية فقط لجمع العلماء الشباب

بشكل دوري مع علماء حاصلين على جائزة نوبل وفي هذه العام كتبت اللجنة المنظمة: دعت الأكاديميات العلمية وغيرها من الوكالات حول العالم لمنافسات مفتوحة أمام العلماء الشباب للحضور، ثم اختصرت من القائمة التي ضمت (١٠٠٠٠) إلى قائمة من (٧٢٠) مدعوًّا يمثلون مشاركين يتمتعون بصفات جديدة: (امتياز أكاديمي ومعرفة الآثار الاجتماعية لأبحاثهم وطلاقة باللغة الإنكليزية ومعظمهم تحت الثلاثين وطلاب دكتوراه أو ما بعد الدكتوراه.

ولكن الطلاب سألوا أسئلة مفاجئة: (غونتر بلوب) نوبل طب ١٩٩٩م: "مثير للفضول شأن تلك الأسئلة التي يطرحها طلاب من مختلف الثقافات"، قال هذه الملاحظة بعد نقاش أجري حول البيولوجيا التطورية أجراه (كريستيان دي دوف) نوبل طب ١٩٧٤م. لا جرم إذ فوجيء ببعض الطلاب يعبرون عن اهتمام كبير بـ "اليد الموجهة والخلاّقة" للتصميم الذكي.[٣٤]

مصادر وتعليقات

المقدمة

1. Cameron, A. G. W. (1988) «Origin of the Solar System,» *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 26, 441-472.
2. Johnson, P E. (1991) *Darwin on Trial*, Regnery Gateway, Washington, DC, chap. 5; Mayr, E. (1991) *One Long Argument*, Harvard University Press, Cambridge, MA, pp. 35-39.

الفصل الأول

1. By biochemistry I mean to include all sciences that investigate life at the molecular level, even if the science is done in a department with another name, such as molecular biology, genetics, or embryology.
2. The historical sketch presented here draws mainly from Singer, C. (1959) A *History of Biology*, Abelard-Schuman, London. Additional sources include Taylor, G. R. (1963) *The Science of Life*, McGraw-Hill, New York; and Magner, L. N. (1979) *A History of the Life Sciences*, Marcel Dekker, New York.
3. Described in Weiner, J. (1994) *The Beak of the Finch*, Vintage Books, New York.
4. Darwin, C. (1872) *Origin of Species*, 6th ed. (1988), New York University Press, New York, p. 151.
5. A good summary of the biochemistry of vision can be found in Devlin, T. M. (1992) *Textbook of Biochemistry*, Wiley-Liss, New York, pp. 938-954.
6. For example, as the expected pattern left by speciation events that occurred in isolated populations.
7. Farley, J. (1979) *The Spontaneous Generation Controversy from Descartes to Oparin*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, p. 73.
8. Mayr, E. (1991) *One Long Argument*, Harvard University Press, Cambridge, chap. 9.

الفصل الثاني

1. Mann, C. (1991) «Lynn Margulis: Science's Unruly Earth Mother,» Science, 252, 378-381.
2. Eldredge, N. (1995) *Reinventing Darwin*, Wiley, New York, p. 95.

3. Eldredge, N., and Gould, S.J. (1973) «Punctuated Equilibria: An Alternative to Phyletic Gradualism» in *Models in Paleobiology*, ed. T. J. M. Schopf, Freeman, Cooper and Co., San Francisco, pp. 82-115.
4. Beardsley, T. «Weird Wonders: Was the Cambrian Explosion a Big Bang or a Whimper?» *Scientific American*, June 1992, pp. 30-31.
5. Ho, M. W., and Saunders, P.T. (1979) «Beyond Neo-Darwinism—An Epigenetic Approach to Evolution,» *Journal of Theoretical Biology* 78, 589.
6. McDonald, J. F. (1983) «The Molecular Basis of Adaptation,» *Annual Review of Ecology and Systematics* 14, 93.
7. Miklos, G. L. G (1993) «Emergence of Organizational Complexities During Metazoan Evolution: Perspectives from Molecular Biology, Paleontology and Neo-Darwinism,» *Memoirs of the Association of Australasian Paleontologists*, 15, 28.
8. Orr, H. A., and Coyne, J. A. (1992) «The Genetics of Adaptation: A Reassessment,» *American Naturalist*, 140, 726.
9. Endler, J. A., and McLellan, T. (1988) «The Process of Evolution: Toward a Newer Synthesis,» *Annual Review of Ecology and Systematics*, 19, 397.
10. Yockey, H. (1992) *Information Theory and Molecular Biology*, Cambridge University Press, Cambridge, England, chap. 9.
11. Kaplan, M. (1967) «Welcome to Participants» in *Mathematical Challenges to the Neo-Darwinian Interpretation of Evolution*, ed. P. S. Moorhead and M. M. Kaplan, Wistar Institute Press, Philadelphia, p. vii.
12. Schützenberger, M. P. (1967) «Algorithms and the Neo-Darwinian Theory of Evolution» in *Mathematical Challenges to the Neo-Darwinian Interpretation of Evolution*, ed. P S. Moorhead and M. M. Kaplan, Wistar Institute Press, Philadelphia, p. 75.
13. Kauffman, S. (1993) *The Origins of Order*, Oxford University Press, Oxford, England, p. xiii.
14. Smith, J. M. (1995) «Life at the Edge of Chaos?» *New York Review*, March 2, pp. 28-30.
15. Mivart, St. G. (1871) *On the Genesis of Species*, Macmillan and Co., London, p. 21.
16. Aneshansley, D. J., Eisner, T., Widom, J. M., and Widom, B. (1969) «Biochemistry at 100°C: Explosive Secretory Discharge of Bombardier Beetles,» *Science*, 165, 61; Crowson, R. A, (1981) *The Biology of the Coleoptera*, Academic Press, New York, chap. 15.

17. Hitching, F. (1982) *The Neck of the Giraffe*, Pan, London, p. 68.
18. Dawkins, R. (1985) *The Blind Watchmaker*, W. W. Norton, London, pp. 86-87.
19. Eisner, T., Attygalle, A. B., Eisner, M., Aneshansley, D. J., and Meinwald, J. (1991) «Chemical Defense of a Primitive Australian Bombardier Beetle *(Carabidae): Mystropomus regularis*,» *Chemoecology*, 2, 29.
20. Eisner, T., Ball, G. E., Roach, B., Aneshansley, D. J., Eisner, M., Blankespoor, C. L., and Meinwald, J. (1989) «Chemical Defense of an Ozanine Bombardier Beetle from New Guinea,» *Psyche*, 96, 153.
21. Hitching, pp. 66-67.
22. Dawkins, pp. 80-81.
23. Dawkins, pp. 85-86.
24. Darwin, C. (1872) *Origin of Species*, 6th ed. (1988), New York University Press, New York, p. 154.
25. Dawkins, R. (1995) *River Out of Eden*, Basic Books, New York, p. 83.

الفصل الثالث

1. A good general introduction to cilia can be found in Voet, D., and Voet, J. G. (1995) *Biochemistry*, 2nd ed., John Wiley and Sons, New York, pp. 1253-1259.
2. There are also other connectors in this system. For example, the contacts the dynein arm makes with the microtubule also serve as a connector. As mentioned previously, a system can be more complex than the simplest system imaginable, and the cilium is an example of such a system.
3. Cavalier-Smith, T. (1978) «The Evolutionary Origin and Phylogeny of Microtubules, Mitotic Spindles, and Eukaryote Flagella,» *BioSystems*, 10, 93-114.
4. Szathmary, E. (1987) «Early Evolution of Microtubules and Undulipodia,» *BioSystems*, 20, 115-131.
5. Bermudes, D., Margulis, L., and Tzertinis, G. (1986) «Prokaryotic Origin of Undulipodia,» *Annals of the New York Academy of Science*, 503, 187-197.
6. Cavalier-Smith, T. (1992) «The Number of Symbiotic Origins of Organelles», *BioSystems*, 28, 91-106; Margulis, L. (1992) «Protoctists and Polyphyly: Comment on 'The Number of Symbiotic...' by T. Cavalier-Smith,» *BioSystems*, 28, 107-108.

7. A search of *Science Citation Index* shows that each paper receives an average of less than one citation per year.
8. A good general introduction to flagella can be found in Voet and Voet, pp. 1259-1260. Greater detail about the flagellar motor can be found in the following: Schuster, S. C., and Khan, S. (1994) «The Bacterial Flagellar Motor,» *Annual Review of Biophysics and Biomolecular Structure*, 23, 509-539; Caplan, S. R., and Kara-lvanov, M. (1993) «The Bacterial Flagellar Motor,» *International Review of Cytology*, 147, 97-164.
9. Voet and Voet, p. 1260.

الفصل الرابع

1. A good general introduction to blood coagulation can be found in Voet, D., and Voet, J. G. (1995) *Biochemistry*, John Wiley & Sons, New York, pp. 1196-1207. For more detailed descriptions see any of the following: Furie, B., and Furie, B. C. (1988) «The Molecular Basis of Blood Coagulation,» Cell, 53, 505-518; Davie, E. W., Fujikawa, K., and Kisiel, W. (1991) «The Coagulation Cascade: Initiation, Maintenance, and Regulation,» *Biochemistry*, 30, 10363-10370; Halkier, T. (1991) *Mechanisms in Blood Coagulation, Fibrinolysis and the Complement System*, Cambridge University Press, Cambridge, England.
2. The suffix *-ogen* designates the inactive progenitor of an active molecule.
3. The word *factor* is often used during research when it is not certain what the nature of a substance under investigation is—whether protein, fat, carbohydrate, or something else. Even after its identity is pinned down, however, sometimes the old name continues to be used. In the blood-clotting pathway, all «factors» are proteins.
4. A gene is a portion of DNA that instructs the cell how to make a protein.
5. Doolittle, R. F. (1993) «The Evolution of Vertebrate Blood Coagulation: A Case of Yin and Yang,» *Thrombosis and Haemostasis*, 70, 24-28.
6. The proteins involved in blood clotting are frequently referred to by Roman numerals, such as Factor V and Factor Vlll. Doolittle uses that terminology in his article in *Thrombosis and Haemostasis*. For clarity and consistency I have used the common names of the proteins in the quotation.

7. TPA has a total of five domains. Two domains, however, are of the same type.
8. The odds are not decreased if the domains are hooked together at different times—with domains 1 and 2 coming together in one event, then later on domain 3 joining them, and so on. Think of the odds of picking four black balls from a barrel containing black balls and white balls. If you take out four at once, or take two at the first grab and one apiece on the next two grabs, the odds of ending up with four black balls are the same.
9. This calculation is exceedingly generous. It only assumes that the four types of domains would have to be in the correct linear order. In order to work, however, the combination would have to be located in an active area of the genome, the correct signals for splicing together the parts would have to be in place, the amino acid sequences of the four domains would have to be compatible with each other, and other considerations would affect the outcome. These further considerations only make the event much more improbable.
10. It is good to keep in mind that a «step» could well be thousands of generations. A mutation must start in a single animal and then spread through the population. In order to do that, the descendants of the mutant animal must displace the descendants of all other animals.

الفصل الخامس

1. Alberts, B., Bray, D., Lewis J., Raft M., Roberts, K, and Watson, J. D. (1994) *Molecular Biology of the Cell*, 3rd ed., Garland Publishing, New York, pp. 556-557.
2. Komfeld, S., and Sly, W. S. (1995) «I-Cell Disease and Pseudo-Hurler Polydystrophy: Disorders of Lysosomal Enzyme Phosphorylation and Localization,» in *The Metabolic and Molecular Bases of Inherited Disease*, 7th ed., ed. C. R. Scriver; A. L. Beaudet, W S. Sly, and D. Valle, McGraw-Hill, New York, pp. 2495-2508.
3. Pryer, N. K., Wuestehube, L. J., and Schekman, R. (1992) «Vesicle-Mediated Protein Sorting,» *Annual Review of Biochemistry*, 61, 471-516.
4. Roise, D., and Maduke, M. (1994) «Import of a Mitochondrial Presequence into P. Denitrificans,» FEBS Letters, 337, 9-13; Cavalier-Smith, T. (1987) «The Simultaneous Symbiotic Origin of Mitochondria, Chloroplasts and Microbodies,» *Annals of the New York Academy of*

Science, 503, 55-71; Cavalier-Smith, T. (1992) «The Number of Symbiotic Origins of Organelles,» *BioSystems*, 28, 91-106; Hartl, F., Ostermann, J., Guiard, B., and Neupert, W. (1987) «Successive Translocation into and out of the Mitochondrial Matrix: Targeting of Proteins to the Inner Membrane Space by a Bipartite Signal Peptide,» Cell, 51, 1027-1037.
5. Alberts et al., pp. 551-651.

الفصل السادس

1. Good introductions to the immune system can be found in Voet, D., and Voet, J. G. (1995) *Biochemistry*, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, pp. 1207-1234; and Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., and Watson, J. D. (1994) *Molecular Biology of the Cell*, 3rd ed.. Garland Publishing, New York, chap. 23.
2. The cells are actually called B cells because they were fast discovered in the *Bursa fabricius* of birds.
3. The cell goes to enormous trouble to splice together gene pieces—employing very complex machinery to align the ends properly and stitch together the pieces. Except in the case of antibody genes, however, the reason that «interrupted genes» exist at all is still a mystery.
4. Except for cells that make special classes of antibodies. I won't discuss that further complication.
5. Bartl, S., Baltimore, D., and Weissman, I. L. (1994) «Molecular Evolution of the Vertebrate Immune System.» *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91, 10769-10770.
6. Farries, T. C., and Atkinson, J. P. (1991) «Evolution of the Complement System,» *Immunology Today*, 12, 295-300.
7. Examples include: DuPasquier, L. (1992) «Origin and Evolution of the Vertebrate Immune System,» APMIS, 100, 383-392; Stewart, J. (1994) *The Primordial VRM System and the Evolution of Vertebrate Immunity*, R. G. Landes Co., Austin; Sima, P., and Vetvicka, V. (1993) «Evolution of Immune Reactions,» *Critical Reviews in Immunology*, 13, 83-114.

الفصل السابع

1. RNA is made of the four nucleotides A, C, G, and U.

2. Several other simplifications will be used. The hydrogen atoms of the molecule will not be discussed or indicated in Figure 7-1. Hydrogen atoms for the most part just ride along with other atoms in the synthesis of AMP so it really isn't necessary to pay attention to them to get the idea across. Additionally, double bonds and single bonds will not be distinguished, since we are only interested in connectivity.

3. Zubay, G., Parson, W. W., and Vance, D. E. (1995) *Principles of Biochemistry*, Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, IA, pp. 215-216.

4. Although it was previously thought that this step did not require ATP, more recent work has shown that ATP is necessary for the reaction to go at physiological concentrations of bicarbonate. Voet, D., and Voet, J. G. 1995. Biochemistry, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, p. 800.

5. Hall, R. H. (1971) *The Modified Nucleosides in Nucleic Acids*, Columbia University Press, New York, pp. 26-29.

6. OrÒ, J. (1961) «Mechanism of Synthesis of Adenine from Hydrogen Cyanide Under Plausible Primitive Earth Conditions,» *Nature*, 191, 1193-1194. It should be kept in mind that just the base adenine is made by reactions of ammonia and hydrogen cyanide. The nucleotide AMP is extremely difficult to produce under plausible early earth conditions, as noted in Joyce, G. F. (1989) «RNA Evolution and the Origins of Life,» *Nature*, 338, 217-224.

7. Quoted in Joyce, G. F., and Orgel, L. E. 1993. «Prospects for Understanding the Origin of the RNAWorld,» in The RNA World, ed. R. F. Gesteland and J. F. Atkins, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY, p. 18.

8. Except by the degradation of ATP, which must be made from AMP in the first place.

9. Creighton, T. (1993) *Proteins: Structure and Molecular Properties*, W. H. Freeman and Co., New York, p. 131.

10. Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., and Watson, J. D. (1994)*Molecular Biology of the Cell*, 3rd ed., Garland Publishing, New York, p. 14.

11. Ferris, J. P, and Hagan, W. J. (1984) «HCN and Chemical Evolution: The Possible Role of Cyano Compounds in Prebiotic Synthesis,» *Tetrahedron*, 40, 1093-1120. It should be kept in mind that the compounds described in this paper do not have the foundation attached.

12. Bloom, A. (1987) *The Closing of the American Mind*, Simon and Schuster, New York, p. 151.
13. Horowitz, N. H. (1945) «On the Evolution of Biochemical Syntheses,» *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 31, 153-157.
14. For consistency with other descriptions, I have switched the letters A and D in Horowitz's paper.
15. Kauffman, S. (1993) *The Origins of Order*, Oxford University Press, New York, p. 344.
16. Smith, J. M. (1995) «Life at the Edge of Chaos?» *New York Review*, March 2, pp. 28-30.

الفصل الثامن

1. The atmosphere of the early earth is now thought to have been quite different from the one Miller assumed, and much less likely to produce amino acids by atmospheric processes.
2. Dose, K. (1988) «The Origin of Life: More Questions than Answers,» *Interdisciplinary Science Reviews*, 13, 348.
3. Shapiro, R. (1986) *Origins: A Skeptic's Guide to the Creation of Life on Earth*, Summit Books, New York, p. 192.
4. Cech won the Nobel prize for his work. The awarding citation alludes to the impact of Cech's work on origin-of-life studies. Cech himself however, rarely mentions the origin of life in connection with his work.
5. Joyce, G. F., and Orgel, L. E. (1993) «Prospects for Understanding the Origin of the RNA World» in *The RNA World*, ed. R. F. Gesteland and J. F. Atkins, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY, p. 19.
6. Joyce and Orgel, p. 13.
7. Although many statements within the scientific community's own journals and books are pessimistic, public statements to the news media tend to be of the everything-is-under-control variety. University of Memphis rhetorician John Angus Campbell has observed that «huge edifices of ideas—such as positivism—never really die. Thinking people gradually abandon them and even ridicule them among themselves, but keep the persuasively useful parts to scare away the uninformed.» Campbell, J. A. (1994) «The Comic Frame and the Rhetoric of Science: Epistemology and Ethics in Darwin's Origin,» *Rhetoric Society Quarterly*, 24, 27-50. This certainly applies to the way the scientific community handles questions on the origin of life.

8. Schlesinger, G. and Miller, S. L. (1983) «Prebiotic Syntheses in Atmospheres Containing CH4, CO, and CO2,» *Journal of Molecular Evolution*, 19, 376-382.
9. Niketic, V, Draganic, Z. D., Neskovic, S., Jovanovic, S., and Draganic, I. G. (1983) «Radiolysis of Aqueous Solutions of Hydrogen Cyanide (pH 6): Compounds of Interest in Chemical Evolution Studies,» *Journal of Molecular Evolution*, 19, 184-191.
10. Kolb, V. M., Dworkin, J. P., and Miller, S. L. (1994) «Alternative Bases in the RNA World: The Prebiotic Synthesis of Urazole and Its Ribosides,» *Journal of Molecular Evolution*, 38, 549-557.
11. Hill, A. R., Jr., Nord, L. D., Orgel, L. E., and Robins, R. K. (1989) «Cyclization of Nucleotide Analogues as an Obstacle to Polymerization,» *Journal of Molecular Evolution*, 28, 170-171.
12. Nguyen, T., and Speed, T. P. (1992) «A Derivation of All Linear Invariants for a Nonbalanced Transversion Model,» *Journal of Molecular Evolution*, 35, 60-76.
13. Adell, J. C., and Dopazo, J. (1994) «Monte Carlo Simulation in Phylogenies: An Application to Test the Constancy of Evolutionary Rates,» *Journal of Molecular Evolution*, 38, 305-309.
14. Otaka, E., and Ooi, T. (1987) «Examination of Protein Sequence Homologies: IV Twenty-Seven Bacterial Ferredoxins,» *Journal of Molecular Evolution*, 26, 257-268.
15. Alexandraki, D., and Ruderman, J. V. (1983) «Evolution of α-and β-Tubulin Genes as Inferred by the Nucleotide Sequences of Sea Urchin cDNA clones,» *Journal of Molecular Evolution*, 19, 397-410.
16. Kumazaki, T., Hori, H., and Osawa, S. (1983) «Phylogeny of Protozoa Deduced from 5S rRNA Sequences,» *Journal of Molecular Evolution*, 19, 411-419.
17. Wagner, A., Deryckere, F., McMorrow, T., and Gannon, F. (1994) «Tail-to-Tail Orientation of the Atlantic Salmon Alpha-and Beta-Globin Genes,» *Journal of Molecular Evolution*, 38, 28-35.

18. Indeed, some proteins we have discussed in this book have sequences or shapes similar to other proteins. For example, antibodies are shaped similarly to a protein called superoxide dismutase, which helps protect the cell against damage by oxygen. And rhodopsin, which is used in vision, is similar to a protein found in bacteria, called bacteriorhodopsin, which is involved in the production of energy.

Nonetheless, the similarities tell us nothing about how vision or the immune system could develop step-by-step.

One would have hoped that finding proteins with similar sequences would lead to the proposal of models for how complex biochemical systems might have developed. Conversely, the fact that such sequence comparisons do not help us understand the origins of complex biochemical systems weighs heavily against a theory of gradual evolution.

19. I have counted in this category papers that are listed in the journal index under the titles «Molecular Evolution,» «Protein Evolution,» and some miscellaneous topics.
20. Kimura, M. (1983) *The Neutral Theory of Evolution*, Cambridge University Press, New York.
21. Kauffman, S. A. (1993) *The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*, Oxford University Press, New York.
22. Selander, R. K., Clark, A. G., & Whittam, T. S. (1991) *Evolution at the Molecular Level*, Sinauer Associates, Sunderland, MA.
23. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology (1987), vol. 52, *Evolution of Catalytic Function*, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY.
24. Lehninger, A. L. (1970) *Biochemistry*, Worth Publishers, New York, p. 17.
25. Lehninger, A. L., Nelson, D. L., and Cox, M. M. (1993) *Principles of Biochemistry*, 2nd ed., Worth Publishers, New York, p. viii.
26. Lehninger et al. (1993), p. 244.
27. Conn, E. E., Stumpf, P. K., Bruening, G., and Doi, R. H. (1987) *Outlines of Biochemistry*, 5th ed., John Wiley & Sons, New York, p. 4.
28. Voet, D., and Voet, J. G. (1995) *Biochemistry*, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, p. 19.
29. To its credit, the Voet and Voet text contains a disclaimer at the beginning of the standard discussion of a Stanley Miller-like origin-of-life scenario, which states that there are «valid scientific objections to this scenario.»

الفصل التاسع

1. Kauffman, S. A. (1991) «Antichaos and Adaptation,» *Scientific American*, August, p. 82.

2. Kauffman, S. A. (1993) *The Origins of Order*, Oxford University Press, Oxford, England.
3. Detecting design in patterns of coin flips or other systems that do not physically interact is done in other ways. See Dembski, W. (1996) *The Design Inference: Eliminating Chance Through Small Probabilities*, Ph.D. dissertation, University of Illinois.
4. This is a judgment call. One can never prove that a particular function is the only one that might be intended—or even that it is intended. But our evidence can get pretty persuasive nonetheless.
5. It is hard to quantify design, but it is not impossible, and future research should proceed in this direction. An excellent start has been made by Bill Dembski in his dissertation (Dembski, 1996), which attempts to quantify the design inference in terms of what he calls the «probabilistic resources» of a system.
6. Dawson, K. M., Cook, A., Devine, J. M., Edwards, R. M., Hunter, M. G., Raper, R. H., and Roberts, G. (1994) «Plasminogen Mutants Activated by Thrombin,» *Journal of Biological Chemistry*, 269, 15989-15992.
7. Reviewed in Gold, L., Polisky, B., Uhlenbeck, O. & Yams, M. (1995) «Diversity of Oligonucleotide Functions,» *Annual Review of Biochemistry* 64, 763-797.
8. Joyce, G. F. (1992) «Directed Molecular Evolution,» *Scientific American*, December, p. 90.
9. Benkovic, S. J. (1992) «Catalytic Antibodies,» *Annual Review of Biochemistry* 61, 29-54.
10. Dawkins, R. (1995) *River Out of Eden*, Basic Books, New York, pp. 17-18.

الفصل العاشر

1. Cited in Barrow, J. D., and Tipler, F.J. (1986) *The Anthropic Cosmological Principle*, Oxford University Press, New York, p. 36.
2. Barrow and Tipler, p. 36.
3. Paley, W. *Natural Theology*, American Tract Society, New York, pp. 9-10.
4. Dawkins, R. (1985) *The Blind Watchmaker*, W. W. Norton, London, p. 5.
5. Paley, pp. 110-111.
6. Paley, pp. 199-200.
7. Paley, pp. 171-172.

8. Paley, pp. 184-185.
9. Dawkins, p. 5.
10. Dawkins, p. 6.
11. Sober, E. (1993) *Philosophy of Biology*, Westview Press, Boulder, Co, p. 34.
12. Sober, pp. 34-35.
13. Sober, p. 35.
14. Sober, pp. 37-38.
15. Shapiro, R. (1986) *Origins: A Skeptic's Guide to the Creation of Life on Earth*. Summit Books, New York, pp. 179-180.
16. Miller, K. R. (1994) «Life's Grand Design,» *Technology Review* February/ March, pp. 29-30.
17. Dyson, J. F. (1966) «The Search for Extraterrestrial Technology» in *Perspectives in Modem Physics*, ed. R. E. Marshak, John Wiley and Sons, New York, pp. 643-644.
18. Crick, F. H. C., and Orgel, L. E. (1973) «Directed Panspermia,» *Icarus*, 19, 344.
19. Futuyma, D. (1982) *Science on Trial*, Pantheon Books, New York, p. 207.
20. Miller, pp. 31-32.
21. Miller, p. 32.
22. Gould, S.J. (1980) *The Panda's Thumb*, W. W. Norton, New York.

الفصل الحادي عشر

1. Shapiro, R. (1986) Origins: *A Skeptic's Guide to the Creation of Life on Earth*, Summit Books, New York, p. 130.
2. Dickerson's essay can be found in *Journal of Molecular Evolution*, 34, 277 (1992), and *Perspectives on Science & Christian Faith*, 44, 137-138 (1992).
3. The reformulated rule is essentially identical to what a peripatetic philosopher of science named Michael Ruse testified were the defining characteristics of science during the 1981 trial to determine the constitutionality of the Arkansas «Balanced Treatment for Creation-Science and Evolution-Science Act.» Judge William Overton's opinion overturning the law relied heavily on Ruse's ideas. The opinion has been strongly criticized as inept by other philosophers of science. Many relevant trial documents are collected in Ruse, M., ed. (1988) *But Is It Science?* Prometheus Books, Buffalo, NY.

Judge Overton, echoing Ruse, wrote of science that: «(1) It is guided by natural law; (2) It has to be explanatory by reference to natural law; (3) It is testable against the empirical world; (4) Its conclusions are tentative; i.e., are not necessarily the final word; and (5) It is falsifiable (Testimony of Ruse and other science witnesses).» Overton's opinion was received with scorn by other philosophers of science. Philip Quinn wrote, «Ruse's views do not represent a settled consensus of opinion among philosophers of science. Worse still, some of them are clearly false and some are based on obviously fallacious arguments» (in Ruse, 1988, p. 384). Larry Laudan ticked off the problems. «Some scientific theories are well-tested; some are not. Some branches of science are presently showing high rates of growth; others are not. Some scientific theories have made a host of successful predictions of surprising phenomena; some have made few if any such predictions. Some scientific hypotheses are ad hoc; others are not. Some have achieved a 'consilience of inductions'; others have not» (in Ruse, 1988, p. 348). Laudan cited many exceptions to Overton's opinion: «This requirement [for explanation by natural law] is an altogether inappropriate standard for ascertaining whether a claim is scientific. For centuries scientists have recognized a difference between establishing the existence of a phenomenon and explaining that phenomenon in a lawlike way. . . . Galileo and Newton took themselves to have established the existence of gravitational phenomena, long before anyone was able to give a causal or explanatory account of gravitation. Darwin took himself to have established the existence of natural selection almost a half-century before geneticists were able to lay out the laws of heredity on which natural selection depended» (in Ruse, 1988, p. 354). Laudan saw no cause for rejoicing: «The victory in the Arkansas case was hollow, for it was achieved only at the expense of perpetuating and canonizing a false stereotype of what science is and how it works» (in Ruse, 1988, p. 355).

4. Of course, whether «evolution» and «religion» are compatible depends on your definitions of both. If one takes the position that evolution not only occurred solely by uninterrupted natural law, but that the process is «purposeless» and «unforeseen» in a metaphysical sense, then that does place «evolution» on a collision course with many religious denominations. Phillip Johnson has done an admirable job of pointing out the many ways in which the word evolution is used,

and how shifting definitions can confuse public discussion of the issue. Johnson, P. E. (1991) *Darwin on Trial*, Regnery Gateway, Washington, DC.
5. Simon, H. (1990) «A Mechanism for Social Selection and Successful Altruism,» *Science*, 250,1665-1668.
6. The influence of various religious cultures on the development of science is described in Jaki, S. (1986) *Science and Creation*, Scottish Academic Press, Edinburgh.
7. The reaction of science to the Big Bang hypothesis, including Eddington's and other prominent physicists, is recounted in Jaki, S. (1980) *Cosmos and Creator*, Regnery Gateway, Chicago.
8. Jaki, S. (1986).
9. Dawkins, R. (1986) *The Blind Watchmaker*, W. W. Norton, London, p. 159.
10. Dawkins, R. (1989) *New York Times*, April 9, 1989, sec. 7, p. 34.
11. Maddox, J. (1994) «Defending Science Against Anti-Science,» *Nature*, 368, 185.
12. Dennett, D. (1995) *Darwin's Dangerous Idea*, Simon & Schuster, New York, pp. 515-516.
13. Dawkins, R. (1986), p. 6.

الخاتمة

1. What exactly is «intelligent design? In an article in 2001 in the philosophy of science journal, *Biology and Philosophy*, I made an important distinction: «By [intelligent designl someone might mean that the laws of nature themselves are designed to produce life and the complex systems that undergird it. Without commenting on the merits of the position, let me just say that that is not the meaning I assign to the phrase. By «intelligent design» (ID) I mean to imply design beyond the laws of nature. That is, taking the laws of nature as given, are there other reasons for concluding that life and its component systems have been intentionally arranged, just as there are reasons beyond the laws of nature for concluding a mousetrap was designed? [Unless stated otherwise] whenever I refer to ID I mean this stronger sense of design-beyond-laws.»
2. The term «irreducible complexity» occurred to me independently. However, I've since learned that the phrase was used earlier in *Templets and the Explanation of Complex Patterns* (Cambridge

University Press, 1986) by Case Western Reserve University biologist Michael J. Katz. He appeared to have in mind the same sorts of phenomena as I did.
3. Pennock R. (1999). *Tower of Babel: The Evidence Against the New Creationism*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, pp. 267-268.
4. Pennock, 269.
5. Pennock, 269.
6. Pennock doesn't bother to say how those suspiciously complex, dumbbell-shaped balances and springs get added. Needless to say, a chronometer is a very complex device. Pictures of several versions of early chronometers built be John Harrison can be seen at robens.anu.edu.au/student.projects97/naval/hl.htm. Try even turning one into another by «numerous, successive, slight modifications». Pennock doesn't.
7. «The most important prediction of the hypothesis of irreducible complexity is that components of irreducibly complex structures should not have functions that can be favored by natural selection.» www.millerandlevine.com./km/evol/ design1/article.html That «prediction,» however, was made up by Miller.
8. Begley. Sharon (2004), «Evolution Critics Come Under Fire for Flaws in 'Intelligent Design.'» *Wall Street Journal*, B.l. Feb. 13.
9. Suppose the separated holding bar that's being used as a toothpick and the remainder of the trap that's being used as a paperweight were recombined to make a working mousetrap. Doesn't that show we can get an irreducibly complex mousetrap from parts being used for other purposes? No, it doesn't. The example is artificial; like Robert Pennock's chronometer breaking to give a watch, it doesn't reflect the situation that would be expected to confront Darwinian evolution. The example overlooks the fact that the parts were originally taken from the mousetrap, and were already shaped to perform the job they do in the mousetrap. But evolution would not be expected to pre-adapt parts being used for one purpose to a wholly different, complex second purpose. To see the difficulty, imagine trying to put together a mousetrap from a real toothpick and real paperweight that you buy at a discount store (without extensive re-arrangement and intelligent intervention). And the difficulty gets much worse as the complexity of the system increases beyond comparatively simple mousetraps.
10. Begley, 2004.

11. www.millerandlevine.com/km/evol/design1/article.htm
12. Actually, microtubules are way cooler than «mere structural supports.»
13. It's also important to keep in mind a subtle but critical distinction I wrote about in Behe M. J. (2004), «Irreducible Complexity: Obstacle to Darwinian Evolution,» in: Dembski W. A., and Ruse M, eds., *Debating Design: From Darwin to DNA*, Cambridge University Press, pp. 352-370.

«Consider a hypothetical example where proteins homologous to all of the parts of an irreducibly complex molecular machine first had other individual functions in the cell. Might the irreducible system then have been put together from individual components that originally worked on their own, as some Darwinists have proposed? Unfortunately this picture greatly oversimplifies the difficulty, as I discussed in *Darwin's Black Box* (Behe 1996, p. 53) Here analogies to mousetraps break down somewhat, because the parts of a molecular system have to automatically find each other in the cell. They can't be arranged by an intelligent agent, as a mousetrap is. To find each other in the cell, interacting parts have to have their surfaces shaped so that they are very closely matched to each other, such as pictured in Figure 2. Originally, however, the individually acting components would not have had complementary surfaces. So all of the interacting surfaces of all of the components would first have to be adjusted before they could function together. And only then would the new function of the composite system appear. Thus, I emphasize strongly, the problem of irreducibility remains, even if individual proteins homologous to system components separately and originally had their own functions.»
14. Orr, H. A. (1996), «Darwin v. Intelligent Design (Again).» *Boston Review*, Dec/Jan.
15. Orr
16. In one of many examples of the Darwinian echo chamber, in *Tower of Babel* Robert Pennock approvingly quotes Orr's reasoning about hypothetical «part A» and «part (B),» but is equally reticent about spelling out how such reasoning applies to real mousetraps or biochemical examples.

A cartoonish effort to gradually construct a mousetrap while keeping the function of trapping mice constant from the start was mounted on the Internet by University of Delaware biologist John McDonald. However, as I pointed out in a reply, the effort is steeped in intelligent

guidance, which is fatal to any Darwinian claims. One could also ask, if it's so difficult to see how a simple mousetrap could be put together by a series of unguided small steps, how much more difficult would it be to assemble the stupendously intricate molecular machinery of the cell? (An animated version is available at http://udel.edu/~mcdonald/mousetrap.html. His original version is at http://udel.edu/~mcdonald/oldmousetrap.html. My response, detailing the involvement of intelligence, is available at www.arn.org/docs/behe/mb_mousetrapdefended.htm)

17. «But biologists have shown that direct paths to irreducible complexity are possible, too. Suppose a part gets added to a system merely because the part improves the system's performance; the part is not, at this stage, essential for function.» Orr, H. A. Devolution (2005), *The New Yorker*, May 30. Apparently in consideration of the magazine's lay readership he left out the technical terms «part (A)» and «part (B).»
18. Blackstone N. W (1997), «Argumentum ad Ignorantium,» *Quarterly Review Biology* 72:445-447.
19. Dawkins R. (1986). *The Blind Watchmaker*, Norton, New York, p. 21.
20. Dawkins.
21. Of course other factors besides the quality of the evidence, such as social pressure, can affect a person's judgment. In the scientific and academic communities as a whole there is strong social pressure to dismiss design explanations for life out of hand. The social situation is quite different for the general public.
22. The National Center for Science Education—a Darwinian watchdog group—maintains a comprehensive list at www.ncseweb.org, with denunciations handily categorized by groups.
23. Pazour G.J., and Rosenbaum J.L. (2002), «Intraflagellar Transport and Cilia-dependent Diseases,» *Trends in Cellular Biology* 12:551-555.
24. Mitchell D. R. (2004), «Speculations on the Evolution of 9+2 Organelles and the Role of Central Pair Microtubules.» *Biol. Cell*, 96:691-696.
25. In arguing against intelligent design in his 1999 book *Finding Darwin's God*, Ken Miller pointed to cilia which he said were simpler than the common «9+2» cilium pictured in Chapter 3. The implication was that perhaps such structures might somehow serve as intermediates on the way to the common cilium. Besides being terminally vague and

speculative (after all, the cilium is made of 200 parts), his story doesn't even square with the data. As reported in the paper mentioned above (Mitchell, 2004),

All present day cilia and (eukaryotic, not bacterial] flagella, motile or not, clearly evolved from the 9+2 versions. The rarely encountered motile 14+0, 12+0, 9+0, 6+0, or 3+0 axonemes 1/4 , and the widespread non-motile metazoan 9+0 axonemes, are all derived through loss and modification from ancestral 9+2 organelles.

In other words, like Robert Pennock's less-complex watch that is derived from a more-complex chronometer, variant less-complex cilia appear to be derived from the standard more-complex kind of cilium. Needless to say, it is no Darwinian explanation-not even a vague one-to postulate derived, less-functional simplicity from unexplained, more-functional complexity.

26. Macnab R. M. (2003), «How Bacteria Assemble Flagella,» *Annual Review Microbiology* 57:77-100.

27. Pallen M. J., Beatson S. A., and Bailey C. M. (2005), «Bioinformatics, Genomics and Evolution of Non-flagellar Type-Ill Secretion Systems: A Darwinian Perspective.» *FEMS Microbiol Rev*. 29:201-229.

28. Klein J., and Nikolaidis N. (2005), «The descent of the antibody-based immune svstem by gradual evolution,» *Pro. National Academy of Science USA* 102:169-174.

29. The authors have an expansive idea of «gradual,» whereby they count the first appearance of any category of protein as sufficient to explain whatever activity a member of the category is now involved in. That's kind of like saying that the springs in a mattress explain the springs in a clock.

30. Davidson C. J., Hirt R. E, Lal K., Snell P. Elgar G., Tuddenham E. G., and McVey J. H. (2003), «Molecular Evolution of the Vertebrate Blood Coagulation Network,» *Thromb Haemost* 89:420-428.

31. Some commentators have claimed that evolutionary theory has moved beyond Darwin, and that mechanisms other than natural selection are operative in biology. Other mechanisms, however, are irrelevant. In trying to explain apparent design, only natural selection matters. Here's Jerry Coyne himself making that point:

Since 1859, Darwin's theories have been expanded, and we now know that some evolutionary change can be caused by forces other than natural selection. For example, random and non-adaptive changes

in the frequencies of different genetic variants-the genetic equivalent of coin-tossing-have produced evolutionary changes in DNA sequences. Yet selection is still the only known evolutionary force that can produce the fit between organism and environment (or between organism and organism) that makes nature seem «designed» [emphasis added]. Coyne, J. A. (2005), «The Case Against Intelligent Design. The Faith That Dare Not Speak Its Name,» *The New Republic*, August 22.

32. Coyne.

33. Shapiro, J. (1996), «In the Details . . . What?» *National Review*, Sept. 16, 62-65. Shapiro's judgment is seconded by Colorado State University emeritus professor of biochemistry Franklin Harold in his book *The Way of the Cell* (Oxford, 2001): «. . .we must concede that there are presently no detailed Darwinian accounts of the evolution of any biochemical system, only a variety of wishful speculations.»

34. Abbott A. (2005), «Nobel laureates: Close encounters,» *Nature* 436:170-171.

الفهرس


دار الكاتب للنشر والتوزيع
Elkateb for Publishing and Distribution